RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DU CŒUR

SPÉCIALEMENT AU POINT DE VUE DU FONCTIONNEMENT
DES VALVULES AURICULO-VENTRICULAIRES

PAR

Le Dr MARC SÉE

CHEF DES TRAVAUX ANATOMIQUES A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ROYAL COLLEGE OF PHYSICIANS, EDINR. LIBRARY.

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

1875

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b21968329

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DU CŒUR

Parmi les problèmes si nombreux que soulève la physiologie du cœur, il n'en est point qui ait suscité plus de recherches et de controverses que celui qui est relatif au jeu des valvules auriculo-ventriculaires. Néanmoins, malgré tant de travaux accumulés sur ce sujet, on constate avec regret, non-seulement que l'accord est loin d'être fait parmi les observateurs, mais encore qu'aucune des théories proposées n'est véritablement satisfaisante : la science attend toujours de nouveaux éclaircissements.

Comme le cœur joue dans l'organisme un rôle tout mécanique, et qu'il peut être observé pour ainsi dire *à l'œuvre*, rien ne doit, semble-il, être plus facile que de déterminer avec précision le mode de fonctionnement de ses diverses parties. Il n'en est point ainsi, cependant : les mouvements du cœur s'exécutent avec une grande rapidité et, pour les observer directement, il faut s'éloigner notablement des conditions physiologiques. Les plus importants de ces mouvements, d'ailleurs, ont pour siége des parties soustraites à la vue, sur l'animal vivant, et c'est à peine si le doigt, introduit dans les cavités du cœur, peut donner quelques notions vagues sur les changements qui s'y opèrent.

D'autre part, étudier le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires sur le cadavre, en poussant un liquide à travers les cavités du cœur, c'est faire abstraction de la contraction musculaire ; or, cette contraction n'est-elle pas incontestablement l'élément capital du problème dont on cherche la solution ?

L'inspection anatomique, enfin, à laquelle nous devons des notions si précises et si certaines sur la physiologie des muscles en général, n'a fourni jusqu'ici que des résultats incomplets ou erronés en ce qui touche le cœur; mais cet échec de l'anatomie ne peut s'expliquer que par une observation défectueuse ou insuffisante.

Ces diverses méthodes d'exploration ont été appliquées, sinon dès l'origine de la médecine, du moins immédiatement après la découverte de la circulation, et c'est avec étonnement qu'on a entendu tout récemment un physiologiste revendiquer la priorité de deux modes d'expérimentation dont l'un remonte à Lower et dont l'autre a été pratiqué par Sénac [1], par Haller, par Reid et le Comité de Londres, et par Kuerschner. De très-bonne heure aussi, on a reconnu que la question du fonctionnement des valvules est étroitement liée à plusieurs autres, dont elle n'est, à vrai dire, que la conséquence immédiate, et qui doivent être examinées préalablement. Parmi ces dernières figurent en première ligne la question des changements de forme du cœur, celle du rôle des piliers et des cordages tendineux, celle de la conformation des valvules et des parois musculaires.

Dans ce coin de la science, comme sur la plupart des autres points de nos connaissances, la vérité a été longue à se dévoiler. Suivre l'évolution successive des théories qui se sont produites, telle est la tâche que je me suis imposée dans la première partie de ce travail. La seconde partie sera consacrée à l'exposé de mes propres recherches et de la nouvelle doctrine à laquelle elles m'ont conduit.

« Si on insinue les doigts dans les ventricules, on sent que la cloison palpite, se resserre et devient plus dure.» Sénac, *Traité de la structure du cœur* 2e édition, 1783, t. II, p. 15.

I. — Historique.

On peut ranger en deux catégories distinctes toutes les théories relatives au fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires, suivant qu'elles font intervenir ou non la contraction des muscles papillaires des ventricules.

A. — Laissant de côté les idées qu'on attribue à Erasistrate et à son école, je commencerai cet exposé des opinions anciennes par celle de Galien. Ce célèbre médecin admettait que le cœur s'allonge dans la systole : « Les fibres longues du cœur, dit-il[1], venant à se contracter, tandis que toutes les autres sont relâchées et distendues, il diminue de longueur, mais il augmente de largeur. Au contraire, vous le verrez se contracter si les fibres longues se relâchent, tandis que les fibres disposées en largeur se replient. »

Au sujet des valvules, Galien s'exprime ainsi : « Quand le cœur se dilate, chacun de ces ligaments (colonnes charnues et cordages), tendu par l'écartement même du viscère, tire à lui et renverse, pour ainsi dire, la membrane sur le corps même du viscère. Les membranes étant donc toutes trois repliées circulairement sur le cœur, les orifices des vaisseaux s'ouvrent et le cœur attire facilement, par une large voie, les matières contenues dans ces vaisseaux[2]. » Ainsi, pour Galien, les cordages sont tendus et les valvules abaissées pendant la diastole, par suite de l'élargissement transversal du cœur.

La doctrine de Galien régna exclusivement, sauf quelques légères variantes, jusqu'à Harvey. Vésale lui-même enseigne que le *cœur devient plus gros et plus court en se dilatant, plus long en se contractant*[3], et c'est cette opinion que soutenait Riolan, l'adversaire acharné de Harvey et de la circulation : « Quand la pointe du cœur se rapproche de la base, c'est que le sang afflue dans l'organe; quand, au contraire, elle s'en éloigne, et que l'organe se rétracte, c'est qu'il chasse le sang[4]. »

[1] Œuvres de Galien, traduites par Daremberg, t. I, p. 402.
[2] Galien, *l. c.*, p. 432.
[3] Vésale, *De humani corporis fabricâ*, Basileæ, 1555, p. 732, 744.
[4] Riolan, *Anthropographia*, p. 211; *Manuel anat.*, trad. franç., 1681, p. 343.

Harvey, qui, de la direction des valvules veineuses, avait si admirablement déduit le sens de la circulation sanguine, ne pouvait manquer de discerner le rôle des valvules auriculo-ventriculaires. Mais dans leur fonctionnement, il ne fait nullement intervenir les muscles papillaires, qu'il croit destinés, comme les colonnes charnues, à augmenter la puissance de contraction de l'organe. Pendant la systole, on voit le cœur « *undique contrahi, magis vero secundum latera, ita ut minoris magnitudinis et longiusculum et collectum appareat. Cor anguillæ exemptum et super tabulam aut manum positum, hoc facit manifestum* [1]. A ce moment, les cordages et les colonnes charnues sont tendus [2].

La phrase latine de Harvey que je viens de rapporter, a été interprétée par les uns dans le sens de l'allongement, par les autres dans le sens du raccourcissement systolique.

C'est Lower qui, dans son admirable *Traité du cœur*, exposa pour la première fois la théorie de l'occlusion des valvules auriculo-ventriculaires par la pression sanguine, ou de *l'occlusion passive*, comme on l'a appelée. « Les mamelles qui se voient dans le ventricule droit sont de certaines petites chairs qui croissent sur les côtés et se portent en haut, de l'extrémité desquelles sortent de certaines fibres de nature du tendon qui sont attachées aux membranes nommées mitrales en raison de leur figure. Ces membranes ou valvules naissent vers le bord de ce ventricule et entourent de tous côtés l'entrée de son ouverture, de sorte que *la pointe du cœur étant amenée vers la base en toute systole*, ces mamelles, qui sont pareillement mues en haut, relâchent leurs fibres; d'où il arrive que *les membranes* auxquelles elles sont attachées, étant lâchement suspendues, *sont poussées en haut par le sang* qui est exprimé en toute systole..... De même, quand la pointe vient à s'éloigner de la base en toute diastole, elle amène ensemble avec soi ces mamelles et leurs fibres, d'où il arrive que les membranes qui sont attirées en même temps débouchent promptement cette ouverture et ouvrent, pour

[1] Harvey, *De motu cordis et sanguinis circulatione*, in-12, Rotterdam, 1660, p. 27.

[2] Harvey, *l. c.*, p. 32.

ainsi dire, les portes au sang qui est chassé par l'oreillette[1]. »

Pour Lower, « les colonnes charnues sont établies et s'avancent en dehors de la superficie interne de ce ventricule (gauche) autant qu'il est besoin pour tenir les membranes éloignées des côtés du ventricule, afin qu'étant repoussées plus facilement par le sang qui a été versé par-dessous, elles bouchent entièrement cette ouverture du cœur à laquelle elles sont unies[2]. »

C'est Lower, enfin, qui imagina de remplacer, sur le cœur mort, la pression sanguine par celle d'un courant d'eau. « On pourra voir clairement la manière dont les membranes sont soulevées et comment elles bouchent cette ouverture en introduisant un syphon par l'ouverture ou par la pointe du cœur, et en seringuant de l'eau, pourvu que l'oreille et la veine du poumon aient été coupées auparavant vers la base du cœur; le même chose arrivera si le cœur, ayant été presque rempli d'eau, on le presse vers la pointe[3]. »

Ainsi, dans la théorie de Lower, le cœur se raccourcit dans la systole ; ce raccourcissement produit le relâchement des colonnes charnues et des cordages tendineux, ce qui permet à la pression sanguine de pousser les valvules en haut et de déterminer l'occlusion. C'est exactement ce que soutiennent encore quelques physiologistes de nos jours.

La doctrine de Lower eut un immense succès; elle est exposée en ces termes par Vieussens[4] : « Ce sang les ouvre (les valvules *triglossines*) en les abaissant par sa quantité, par son poids et par son mouvement, et il les ferme, en les poussant de bas en haut, toutes les fois que le cœur se contracte, parce qu'il se glisse sous elles par la contraction de ce viscère, et alors il les élève.... La liaison qu'elles (les colonnes charnues droites) ont avec les valvules triglossines fait que ces valvules ne sauraient être trop élevées par le sang, lorsque le ventricule se contracte avec beaucoup de violence[5]. » A gauche, Vieussens trouve le mécanisme si exactement le

1 Lower, *Traité du cœur*, trad. franç., 1679, p. 42.
2 Lower, *l. c.*, p. 45.
3 *Ibid.*
4 R. Vieussens, *Traité de la structure du cœur*, Toulouse, 1715, p. 98.
5 Vieussens, *l. c.*, p. 99.

même qu'à droite, qu'il ne veut pas, dit-il, perdre son temps à le décrire.

Telle est aussi l'opinion de Winslow[1], comme le montre la citation suivante : « Les fibres charnues ainsi contractées font l'office de piston en serrant les ventricules pour en chasser *le sang*, qui, *poussé avec impétuosité vers la base du cœur, applique les valvules triglochines les unes contre les autres, écarte les semi-lunaires*, etc. »

Haller se rallie à cette théorie ; les valvules, suivant lui, s'appliquent horizontalement à l'orifice, de façon à ne faire saillie ni dans l'oreillette, ni dans le ventricule, sous la seule pression du sang. Les colonnes charnues se contractent pendant la systole, mais seulement pour faire obstacle à l'excès de pression sanguine[2].

Sénac[3] développe les mêmes idées ; les valvules sont, dit-il, « des espèces de voiles ; le sang glisse sous elles, les pousse et les relève enfin, lorsqu'il est poussé vers la base par les ventricules. Alors ce fluide se ferme à lui-même les passages qu'il s'était ouverts en baissant ces valvules. » Mais pour que cet effet puisse être produit, il faut que la pointe du cœur se rapproche de la base. Les petits cordages tendineux, tirant sur les valvules et les abaissant dans la diastole, sont donc trop courts pour atteindre jusqu'aux embouchures des oreillettes ; c'est cependant jusqu'à ces embouchures qu'ils doivent s'étendre lorsque les valvules sont élevées. Celles-ci *forment alors un plancher* dont la hauteur est égale à la hauteur des orifices auriculo-ventriculaires ; *il s'élève même au-dessus comme un couvercle qui fait saillie ou bosse dans les oreillettes....* La contraction resserre les parois du cœur, le *raccourcit, pousse les piliers vers les orifices auriculaires, permet aux valvules de s'élever et de s'appliquer exactement les unes contre les autres, soit par leurs côtés, soit par leurs pointes.* Au contraire, sa dilatation allonge les ventricules, éloigne les piliers de l'orifice de ces cavités et les abaisse consécutivement.

[1] Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain*. Paris, 1732, p. 596.

[2] Haller, *Elém. phys.*, 1757, t. I, p. 405.

[3] Sénac, *Traité de la structure du cœur*, 1749, t. II, p. 39.

Ainsi, pour Sénac, la pression du sang produite par la contraction du cœur soulève les valvules, tandis que les piliers n'interviennent que passivement et comme s'ils étaient formés de tissu fibreux.

Cette doctrine est acceptée d'une manière générale ; nous la trouvons reproduite dans tous nos livres classiques, comme le montrent les citations suivantes. La plupart, il est vrai, ne font aucune mention de l'action des piliers.

C'est ainsi qu'Adelon écrit [1] :

« Le ventricule étant en état de contraction, les valvules tricuspide et mitrale, au sommet desquelles aboutissent les tendons des colonnes charnues, sont relevées..... Les valvules tricuspide et mitrale, que l'état de contraction des ventricules a relevées, interrompent la communication avec ces cavités, et de plus, c'est alors que les oreillettes en état de dilatation se remplissent d'un sang nouveau. Il n'y a tout au plus de rapporté dans ces cavités que la petite quantité de sang que soulèvent les valvules tricuspide et mitrale, quand elles reprennent la position horizontale. »

Il en est de même de A. Béclard [2], qui expose ainsi cette théorie: « Cette valvule auriculo-ventriculaire est circulaire et occupe, comme l'ouverture qu'elle est destinée à fermer, la partie supérieure-postérieure des ventricules. Lorsqu'elle est abaissée, elle reste appliquée contre les parois du ventricule, et *s'en écarte pour devenir transversale*, lorsqu'elle est relevée, sans pouvoir jamais se renverser dans l'oreillette, à cause des tendons qui la retiennent. »

Voici comment s'exprime Magendie :

« Le sang qu'il (le ventricule) contient est pressé fortement et tend à s'échapper de tous côtés ; il repasserait d'autant plus aisément dans l'oreillette, qu'elle se relâche dans cet instant. Mais la valvule tricuspide qui garnit l'orifice auriculo-ventriculaire s'oppose à ce reflux. Soulevée par le liquide placé au-dessous d'elle et qui tend à passer dans l'oreillette, elle cède jusqu'à ce qu'elle soit devenue perpendiculaire à l'axe du ventricule ; alors ses trois divisions ferment *à peu près*

[1] Adelon, *Physiol. de l'homme*, 2e édit., 1829, t. III, p. 297.
[2] A. Béclard, art. Cœur, du Dictionn. en 30 vol., t. VIII, 1834, p. 174.

complètement l'ouverture, et comme les colonnes charnues tendineuses ne leur permettent pas d'aller plus loin, véritable soupape, elle résiste à l'effort du sang et l'empêche ainsi de passer dans l'oreillette [1].

« Le mécanisme par lequel le sang traverse l'oreillette et le ventricule gauches est le même que celui par lequel le sang traverse les cavités droites [2]. »

En Allemagne, les mêmes idées prédominent :

« Quand le ventricule se contracte, dit Valentin, les valvules, sous l'influence du sang, deviennent horizontales et forment une légère convexité dans l'oreillette ; quand le ventricule est relâché, les valves descendent verticalement dans le ventricule. Les valvules veineuses (auriculo-ventriculaires) se ferment sous l'influence de la moindre pression : une contraction très-faible des parois, ou même simplement la force avec laquelle le sang, expulsé de l'oreillette, reflue vers celui-ci, ou l'élasticité des parois ventriculaires mise en jeu par cette expulsion, peut suffire parfaitement pour produire cette occlusion. Le sang pris derrière les valvules les étale, les pousse l'une contre l'autre, et détermine l'occlusion de l'orifice. Les bords, configurés d'une manière réciproque, s'enroulent partout où cela est nécessaire pour s'adapter plus exactement l'un à l'autre » [3]. Valentin admet dans la partie supérieure des valvules du cheval, et aussi de l'homme, des fibres musculaires provenant des parois auriculaires, et qui lui paraissent devoir, en se contractant, soulever les valvules, de manière que le sang puisse s'engager plus facilement entre elles et la paroi ventriculaire. L'existence de ces fibres ne s'est point confirmée.

Nous trouvons la même doctrine exposée dans un mémoire de Ruedinger [4], qui a imaginé un appareil spécial pour observer le jeu des valvules.

W. Wundt [5] professe la même opinion, avec cette différence, cependant, qu'il fait intervenir la contraction des mus-

[1] Magendie, *Précis élémentaire de physiol.*, 4e édit., 1836, t. II, p. 291.
[2] Magendie, *ibid.*, p. 380.
[3] Valentin, *Physiologie des Menschen*, 3e édit., 1850, p. 191-193.
[4] Ruedinger, *Zur Mechanik der Aorten und Herz-Klappen*, Erlangen, 1859.
[5] Wundt, *Physiologie des Menschen*, 1865, p. 273.

cles papillaires dans *l'ouverture des orifices*. « Par suite de la contraction commençante des ventricules, le sang est soumis à une pression par laquelle les valves des valvules auriculo-ventriculaires sont pressées l'une contre l'autre et produisent l'occlusion : les cordages tendineux les empêchent de se renverser dans l'oreillette. De même, les valvules cuspides commencent à s'ouvrir, parce que la pression dans les oreillettes, qui dans l'intervalle se sont remplies de sang, devient plus forte, et qu'en même temps la traction des muscles papillaires encore contractés ne trouve plus d'obstacle dans la pression sanguine. »

Les expériences faites dans les écoles vétérinaires de Paris et de Lyon ont conduit leurs auteurs à accepter la théorie de l'occlusion passive.

« Au moment de la systole ventriculaire, d'après M. Colin [1], *les divisions de ces valvules auriculo-ventriculaires se soulèvent* et *viennent fermer à peu près* complétement l'orifice qu'elles bordent et qui, déjà, se rétrécit très-notablement. » Mais comme les colonnes sur lesquelles s'implantent les tendons des valvules se contractent et semblent devoir tirer la partie libre de ces valvules vers le fond des ventricules, M. Colin rappelle que le ventricule se raccourcit dans la systole, ce qui « rapproche l'extrémité inférieure des tendons valvulaires du bord libre des valvules, et permet ainsi à ces derniers de s'élever sensiblement. » D'autre part, les parois ventriculaires se rapprochant entre elles, « *les tendons perdent sensiblement de la tension qu'ils avaient lors de la diastole.* » (Mais si les cordages tendineux sont relâchés, on se demande quel est l'obstacle qui empêche les valvules d'être refoulées par la pression sanguine, au point de dépasser l'horizontale et de se renverser dans les oreillettes.)

« Dans chaque ventricule, dit plus loin M. Colin, *la découpure qui correspond à l'orifice artériel est la plus mobile, celle qui peut se soulever au plus haut degré* et, *conséquemment, prendre la part principale à l'occlusion de l'orifice auriculoventriculaire*. C'est aussi ce que l'expérience m'a prouvé

[1] G. Colin, *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques*, 1856, t. II, p. 275, et 2e édit., 1873, p. 408.

très-clairement. En engageant le doigt dans l'intérieur du ventricule gauche, par une petite ouverture préalablement pratiquée à la pointe de l'oreillette correspondante, on sent parfaitement, sur le cheval, la découpure dont je parle s'élever et se tendre à chaque systole ventriculaire. On reconnaît, par le même moyen, que le *jeu des autres découpures est infiniment moins marqué*[1]. »

D'autre part, dans une discussion récente, M. Colin a dit : « Pendant la diastole, on les (valvules) sent déjà *plus ou moins soulevées* et non appliquées sur les parois du ventricule (le contraire est dit dans le *Traité de physiologie*, p. 275). Lors de la systole, elles se relèvent brusquement, se tendent en s'affrontant, non pas seulement par leurs bords, comme l'envisageait Magendie, mais encore par une portion notable de leur face supérieure, qui s'infléchit pour devenir verticale. *Chaque dentelure devient convexe en haut*, et par conséquent concave en bas ; elles se joignent si exactement, que le sang du ventricule ne peut plus refluer dans l'oreillette. Les valvules des deux orifices fonctionnent d'une manière à peu près identique, avec cette différence que celles des cavités gauches semblent se fermer plus exactement que leurs congénères. Des deux côtés, *chaque dentelure prend part à l'occlusion de l'orifice* auriculo-ventriculaire, non pas proportionnellement à son étendue, mais en *raison inverse de son incurvation*, les grandes se repliant sur elles-mêmes beaucoup plus que les petites[2]..... A gauche, on voit que *l'occlusion s'effectue par toutes les dentelures, et guère plus par la grande que par l'opposée*. « De ce côté, il est visible que les deux petites pointes comprises entre les deux grandes prennent une part notable à cette occlusion, et que par conséquent les anatomistes ont eu tort de les oublier depuis que la mode les a supprimées dans la mitre des évêques[3]. »

Il est difficile de concilier des affirmations aussi opposées, fondées toutes deux sur des méthodes d'expérimentation auxquelles M. Colin accorde une si grande importance. En s'en

[1] Colin, *Traité de Physiologie comparée des animaux domestiques*, p. 276.
[2] Colin, *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1874, p. 348.
[3] Colin, *Bull.*, p. 349.

tenant, d'ailleurs, à la *dernière* opinion de M. Colin, on doit se représenter les valvules auriculo-ventriculaires fermées sous la forme de lames recourbées, se regardant par leur convexité, et contiguës dans la portion marginale de leur étendue.

Mais voici d'autres expérimentateurs qui, opérant, comme M. Colin, sur le cheval, sont arrivés à des résultats sensiblement différents. MM. Chauveau et Faivre[1], après avoir critiqué la théorie de Parchappe, qu'ils traitent d'ingénieux roman, déclarent qu'ils veulent lui substituer « une histoire véritable, la *vieille histoire du redressement des valvules*. Que l'on introduise un doigt dans une oreillette, la droite, par exemple, et que l'on explore l'orifice auriculo-ventriculaire, on sentira, au moment même où les ventricules entrent en contraction, les valvules triglochines *se redresser*, *s'affronter par leurs bords* et se tendre au point de devenir *convexes par en haut*, de manière à former un dôme multiconcave au-dessus de la cavité ventriculaire. »

Depuis les expériences de MM. Chauveau et Faivre, la théorie de l'occlusion passive a prévalu en France, comme le montre la citation suivante, empruntée au livre classique de Longet :

« Suivant l'opinion ancienne, ces membranes (les valvules auriculo-ventriculaires), tout en s'adossant l'une à l'autre, par l'effort du sang que poussent les ventricules contractés, sont refoulées en haut et font saillie dans la cavité de chaque oreillette, tandis que les colonnes tendineuses qui les retiennent s'opposent à leur retournement complet..... Ces expérimentateurs admettent néanmoins, avec Parchappe, un rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire lui-même ; mais ce rétrécissement n'agit pour l'occlusion de la valvule qu'en permettant un affrontement plus parfait de ses bords inférieurs [2].

Longet fait remarquer qu'il doit rester un peu de sang non expulsé sous le dôme de MM. Chauveau et Faivre.

[1] Chauveau et Faivre, Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits normaux du cœur, *Gaz. medic.* de Paris, 1856, p. 410.

[2] Longet, *Traité de physiol.*, 2e édit., t. II, p. 127, 1869.

C'est aux idées de MM. Chauveau et Faivre que se rattache M. Luton, dans l'article Cœur du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques.* « Du reste, ajoute M. Luton [1], il suffit d'enlever les oreillettes sur un cœur et de pousser, soit par l'aorte, soit par l'artère pulmonaire, un courant d'eau, pour voir les deux valvules mitrale et tricuspide se boursoufler et proéminer très-nettement *au-dessus de l'orifice auriculo-ventriculaire.* C'est alors surtout qu'on peut bien se rendre compte de *l'insuffisance physiologique* de la valvule tricuspide. »

Cette prétendue insuffisance normale de la valvule tricuspide, qui a été admise par plusieurs auteurs, et dont on a même voulu montrer l'utilité, est contraire au fonctionnement physiologique du cœur et ne repose que sur une expérience qui ne répond nullement au jeu du cœur vivant.

C'est aussi, en somme, à la théorie de l'occlusion passive que s'arrête Spring, dans l'excellent mémoire qu'il a publié sur ce sujet. « Les muscles papillaires, dit-il, restent entièrement étrangers au mouvement d'occlusion. Ils sont relâchés, c'est-à-dire abandonnés à leur seule élasticité pendant la systole. C'est réellement l'effort du sang, ou, pour parler plus exactement, la pression que le sang subit par la contraction des fibres propres du ventricule qui opère le soulèvement et la tension horizontale des valvules. Les cordages tendineux, surtout ceux du 2e et du 3e ordre, servent à retenir les valvules. Pour cela, il n'est pas nécessaire que les muscles papillaires et les colonnes charnues en général soient contractés; leur élasticité suffit. C'est l'allongement des ventricules, qui va en augmentant vers la fin de la systole, qui maintient la tension des cordages » [2].

Spring admet cependant que les valvules sont abaissées par la contraction des muscles papillaires; mais il pense que cette contraction précède immédiatement celle des ventricules (présystole).

« Si la valvule restait abaissée lors de la fermeture, un

[1] Luton, *N. Dictionnaire de Médecine*, t. VIII, p. 287, 1868.

[2] H. Spring, Mémoire sur les mouvements du cœur, in *Mém. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXIII, 1860, p. 116.

volume considérable de sang serait refoulé dans l'oreillette au commencement de la systole. Or les expériences des Comités de Dublin et de Londres ont établi qu'au début de la systole, il n'y a pas de reflux dans les oreillettes. La capacité du ventricule serait réduite de moitié, ce qui est contraire à la quantité de sang formée dans les artères. »

Spring fait remarquer, en outre, que le cône vasculaire formé par les valvules offrirait trop peu de résistance au ventricule pour que celui-ci pût se vider complétement[1].

Suivant Markham[2], enfin, il y aurait deux temps dans l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires : pendant la diastole, en même temps que le ventricule se dilate, les valves s'élèveraient vers les orifices, de façon que leurs bords se rapprocheraient, ce qui est insoutenable; dans la systole, la pression sanguine les refoulerait ensuite fortement l'une contre l'autre.

B. — Tous les auteurs dont nous venons d'analyser les opinions assignent à la pression sanguine un rôle principal, sinon unique, dans l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires. Ceux qui suivent attribuent la fonction essentielle à la contraction musculaire.

C'est Meckel qui, le premier, nia que l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires fût simplement passive. « Comme les colonnes charnues se raccourcissent lorsque le cœur entre en contraction, les diverses parties des valvules se trouvent alors rapprochées les unes des autres, et l'ouverture est bouchée avec force[3]. » Pour mieux expliquer sa pensée, Meckel ajoute : « Il était nécessaire que les valvules fussent fixées ainsi par leur bord libre, car elles doivent résister, non pas seulement au poids du sang, comme les autres valvules, mais encore à l'action des parois musculeuses, qui poussent le sang artériel avec force. »

La théorie de Meckel est exposée et développée par Burdach[4] dans les termes suivants :

[1] Spring, *l. c.*, p. 144.

[2] Markham, Remark on the cause of the closure, etc., *in Brit. med. Journ.*, 1861, t. XII, p. 313, et *Schmidt's Jahrb.*, 1864, t. CXXI, p. 114.

[3] Meckel, *Handb. der menschlichen Anatomie*, 1815, t. III, p. 23, trad. de Jourdan et Breschet, 1825, t. II, p. 275.

[4] Burdach, *Traité de physiologie*, trad. Jourdan, 1827, t. VI, p. 239.

« La systole du ventricule ne peut faire refluer le sang dans l'oreillette ; le liquide se bouche à lui-même cette voie, puisqu'en marchant de la pointe à la base du cœur, il s'accumule entre la paroi ventriculaire et les valvules, fait effort sur la face externe de celles-ci, les tend comme des voiles, les refoule en dedans et les oblige à clore l'ouverture. Mais si les valvules du cœur se comportaient d'une manière purement passive, les *colonnes charnues seraient absolument inutiles*. Il n'est pas douteux que ces muscles se contractent pendant la systole; mais alors ils doivent, en vertu de leur situation, tirer les valvules *de haut en bas et de dehors en dedans*, *les écarter des parois*, et cet effet doit d'autant plus avoir lieu, que les colonnes charnues sont unies par des faisceaux musculaires transverses qui, en se raccourcissant, les ramènent davantage encore *dans l'axe du ventricule*. (Nous verrons que la disposition anatomique est telle que les valves, tirées en bas, prennent une direction précisément inverse.) Or, la valvule ayant pris ainsi la forme *d'un entonnoir*, il reste, entre les filaments tendineux, des vides au moyen desquels le sang arrive à la face externe des replis valvulaires, de sorte que, par la pression qu'il exerce alors en dedans, il complète l'occlusion que l'activité musculaire avait commencée. »

Nous trouvons dans cette théorie de Meckel et Burdach quelques-uns des éléments de la théorie de Parchappe, qui a compté et qui compte encore beaucoup de partisans en France.

M. Bouillaud, qui, de même que Galien[1] et de nos jours M. Spring[2], voit dans le cœur une pompe aspirante et foulante, attribue aux piliers la fonction de *relever* les valvules abaissées pendant la diastole ventriculaire, d'où le nom de *muscles tenseurs ou releveurs* de la valvule bicuspide qu'il leur a donné. « Les colonnes charnues, dit-il, ont évidemment pour effet, en se contractant pendant la systole, de redresser les lames valvulaires abaissées, puisqu'elles les *tirent par tous les points de la circonférence au centre*. » Ce mouvement d'élévation imprimé, selon M. Bouillaud, aux valves, qui en même

[1] « Le cœur a un double mouvement dépendant des parties qui agissent en sens contraire, car il attire en se dilatant, et en se contractant il se vide. » (Galien, Œuvres anat., trad. de Daremberg, t. I, p. 381.)

[2] Spring, *loc. c.*, p. 119.

temps seraient attirées de la circonférence au centre, est d'autant plus difficile à comprendre, qu'on lit un peu plus loin : « De plus, lorsque les muscles releveurs de la valvule mitrale se contractent, ils se rapprochent en même temps par leurs faces correspondantes, et il est vrai de dire que pendant cette contraction, *toute la moitié gauche ou auriculaire du ventricule gauche est à peu près complétement effacée*, tandis que l'autre lance dans l'aorte la colonne de sang qu'elle avait reçue de l'oreillette gauche.

Cette dernière observation est parfaitement exacte; et si elle a passé inaperçue, puisque nous ne la trouvons reproduite dans aucun ouvrage ultérieur, cela tient sans doute à ce que M. Bouillaud n'en a pas tiré les conséquences qu'elle renferme. C'est ce même fait, que j'avais constaté de nouveau avant d'avoir fixé mon attention sur le passage que je viens de rapporter, qui a été le point de départ de toutes mes recherches sur le cœur.

M. Bouillaud explique de la même façon le jeu de la valvule tricuspide [1].

Dans la discussion qui a eu lieu récemment à l'Académie de Médecine, M. Bouillaud dit que la valvule mitrale « *procède à l'occlusion* de l'orifice auriculo-ventriculaire, non par la tension de la valve droite ou antérieure seulement, mais par la tension combinée de cette valve et de la gauche ou postérieure [2]. »

Parchappe [3] « a été conduit par ses études anatomiques à assimiler les appareils valvulaires auriculo-ventriculaires, dans leurs éléments passifs, à une ouverture de bourse munie de ses cordons, dans leurs éléments actifs (colonnes musculaires libres) à un système de muscles synergiques qui, *tirant les cordons de la circonférence de l'anneau au centre*, ferment cet anneau, en rapprochant et fronçant le bord libre de l'ouverture. » — Les appareils valvulaires ne fonctionnent pas à la manière des soupapes; ils s'ouvrent et se déploient passivement sous la pression du sang passant de l'oreillette dans

[1] Bouillaud, *Traité clinique des maladies du cœur*, 2e édit., 1841, p. 13 à 18.
[2] Bouillaud, in *Bull. de l'Acad. de méd.*, 1874, p. 370.
[3] Max. Parchappe, *Du cœur*, 1848. p. 2.

le ventricule, en même temps que les colonnes et les parois d'où elles naissent s'écartent; ils se *ferment et se froncent sous l'influence du rapprochement et de la traction des colonnes musculaires*, qui se contractent et se *rapprochent jusqu'au contact* et *jusqu'à l'engrènement* »[1].

En ce qui concerne le ventricule droit, « dans l'état de rapprochement des colonnes libres, la colonne antérieure est appliquée contre le pilier postérieur, et son sommet touche ou avoisine le mamelon inférieur; le groupe des colonnes postérieures est rapproché, à gauche, jusqu'au contact de la colonne antérieure et de la cloison, et de manière à embrasser entre ses digitations le côté droit de la colonne antérieure. *Ainsi groupées, ces colonnes constituent par leur ensemble un pilier musculaire unique,* adossé à la cloison vers la gauche, au pied de l'arcade musculaire supérieure. Les radiations tendineuses intermédiaires, qui demeurent tendues, sont rapprochées et *forment au sommet de ce pilier un faisceau unique de rayons à peine divergents.* L'arc antérieur de l'anneau, entraîné en arrière, est appliqué contre la portion des arcs postérieurs qui correspond à la cloison. L'arc postérieur gauche demeure tendu contre la cloison. L'arc postérieur droit est ramené en avant et à gauche, au contact de l'arc antérieur. Les arcades sont fermées.... Ainsi se trouve supprimé le canal de l'anneau et fermé l'orifice auriculo-ventriculaire, par *le rapprochement et le froncement du bord inférieur de cet anneau.* En se fermant, l'anneau valvulaire s'est écarté des parois ventriculaires postérieure et antérieure. »

Quant au ventricule gauche, « dans l'état de rapprochement des colonnes libres[2] la colonne antérieure et la colonne postérieure, *exactement appliquées l'une contre l'autre, s'engrènent par les saillies et les dépressions de leurs faces opposées....* Les deux colonnes ainsi engrenées *forment au centre de la cavité ventriculaire une seule colonne*, qui partage l'ouverture de communication latérale des deux chambres en une moitié antérieure et une moitié postérieure.... Les ra-

[1] Parchappe, *l. c.*, p. 5.
[2] Parchappe, *l. c.*, p. 23.

diations divergentes sont ramenées à une position parallèle, et *constituent au sommet de la colonne musculaire un seul faisceau*. Elles entraînent avec elles le bord libre de l'anneau valvulaire, qui prend la disposition suivante : la portion moyenne de l'arc postérieur s'applique contre la portion moyenne de l'arc antérieur. Les arcades se ferment : les radiations du pilier droit de la colonne antérieure, engrené avec la gouttière longitudinale de la colonne postérieure, se trouvent ainsi engagées au milieu des radiations de l'hémicycle postérieur, et y entraînent la valve aortique, pliée en dedans de l'anneau, pli qui permet le relâchement des petites radiations du bord libre de la languette. Les radiations du pilier gauche de la colonne postérieure s'engagent de même entre les radiations de l'hémicycle antérieur, et y entraînent la valvule du sinus pliée. Ainsi se trouve supprimé le canal de l'anneau et fermé l'orifice auriculo-ventriculaire, par le rapprochement et le froncement du bord inférieur de cet anneau[1].»

Parchappe divise chacune des cavités ventriculaires en deux chambres, qui communiquent librement entre elles, et dont il décrit avec soin l'ouverture de communication. L'utilité de cette division n'est pas très-facile à saisir.

P. Bérard a exposé avec sa lucidité habituelle la théorie de Parchappe.

« Le jeu de cette valvule (la tricuspide) pendant la diastole est assez bien connu ; mais jusqu'à ces derniers temps, on s'est assez généralement trompé sur la disposition qu'elle affecte et le rôle qu'elle joue pendant la systole[2].

« On se figure assez généralement qu'elle (la valvule tricuspide, pendant la systole ventriculaire) se redresse de manière à devenir perpendiculaire à l'axe du ventricule, et parallèle au plan de l'orifice auriculo-ventriculaire, qu'elle bouche alors ; on se la figure même tendue comme une cloison, entre la cavité de l'oreillette et celle du ventricule. *Il n'est pas* possible de se faire une idée plus fausse du curieux mécanisme de cette valvule. On oublie qu'au moment de la systole, l'orifice auriculo-ventriculaire est rétréci, et

[1] Parchappe, *l. c.*, p. 35.
[2] P. Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 637.

qu'il n'y a plus de place en cet endroit pour y *tendre* une membrane. Bien loin qu'il en soit ainsi, le canal que forme la valvule, devenu beaucoup trop large pour la cavité réduite du ventricule, et séparé d'ailleurs de la paroi ventriculaire par la nouvelle direction que le sang reçoit au moment de la systole, se fronce, se plie, et ferme ainsi sa cavité... Le sang, repoussé vers la base du cœur, presse précisément contre le cul-de-sac que forme la valvule avec le ventricule, là où elle est attachée à l'orifice auriculo-ventriculaire, et que ce liquide presse aussi contre la face externe de la valvule, de sorte que le canal est d'autant mieux fermé que la pression est plus forte[1]. »

« Cette pression ne peut avoir pour résultat de repousser en bloc la valvule dans l'oreillette droite, car elle est retenue par les cordages qui s'insèrent à son bord inférieur et à sa face externe. C'est ici qu'intervient utilement la contraction des colonnes charnues d'où procèdent les radiations tendineuses. Les ventricules se raccourcissant pendant la systole, les brides tendineuses ne retiendraient plus que d'une manière très-lâche la valvule triglochine, si les colonnes charnues, contractées en même temps que les ventricules, ne contre-balançaient l'effet du raccourcissement du cœur. La diastole avait éloigné la colonne antérieure du groupe des colonnes postérieures, la systole les rapproche, et elles affectent alors un nouveau rapport, que M. Parchappe a fait connaître. La colonne antérieure est reçue dans l'interstice des colonnes du groupe postérieur. *Toutes ces colonnes réunies constituent un pilier musculaire unique, sur lequel s'applique, à la fin de la systole, le ventricule contracté.* »

« Quand ces parties fonctionnent avec régularité, il ne peut y avoir un reflux considérable de sang dans l'oreillette. On disait, avant de connaître ce mécanisme, que le cône de sang compris dans l'entonnoir membraneux que constitue la valvule était repoussé dans l'oreillette au moment du redressement de cette valvule. On vient de voir que les choses ne se passent pas ainsi. Le sang contenu dans le canal que forme la valvule rentre dans la cavité ventriculaire au moment où la valvule se ferme, et il passe : 1° par l'espèce de treillage que

[1] Bérard, *l. c.*, p. 640.

forment les petites cordes tendineuses; 2° par les espaces plus larges qui résultent de ce que ces faisceaux de petits tendons ne s'attachent point au sommet arrondi des trois languettes de la valvule[1]. »

« Le mécanisme par lequel le reflux du sang dans l'oreillette gauche est empêché n'exige pas de description spéciale après ce que nous avons dit du rôle de la valvule tricuspide[2]. »

Si, dans l'exposition laborieuse et compliquée de Parchappe, on peut signaler quelques faits nouveaux d'une observation exacte, tels que l'engrènement des piliers du ventricule gauche, il faut reconnaître que l'ensemble de la doctrine ne soutient pas l'examen, et qu'en particulier, la réunion des muscles papillaires du ventricule droit en un pilier unique est complétement impossible, comme l'a très-bien fait observer M. Onimus[3].

Les idées de M. Surmay s'éloignent peu de celles de Parchappe.

M. Surmay[4] a reconnu que les muscles papillaires gauches, se contractant en même temps que toute la masse des ventricules, « doivent tendre les valvules et les rapprocher l'une de l'autre, de manière à fermer l'orifice auriculo-ventriculaire. Les tendons qui vont à la lame artérielle attirent cette lame vers la lame ventriculaire (rien de plus exact); ceux qui vont à la lame ventriculaire se détachant de faisceaux musculaires dont le plan est en dedans du plan de la paroi ventriculaire, ont pour effet de séparer de cette paroi ventriculaire la lame valvulaire qui s'y était appliquée pendant le passage du sang à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. (Ceci est inexact et manifestement contraire à l'anatomie, comme aussi la conclusion que l'auteur se croit en droit d'en tirer.) De cette façon, les bords libres des deux lames de la valvule vont donc à la rencontre l'un de l'autre, et l'orifice se trouve ainsi formé. »

[1] Bérard, *l. c.*, p. 640 et 641.

[2] Bérard, *l. c.*, p. 643.

[3] Onimus, Études critiques et expérimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires, in *Journ. de l'anatomie*, 1863, p. 360.

[4] Surmay, Recherches sur les mouvements et les bruits normaux du cœur, etc., in *Gaz. méd.* de Paris, 1862, p. 737.

Il n'est pas moins inexact de dire, avec M. Surmay, que dans la contraction des muscles papillaires droits, « les lames de la valvule tricuspide sont tirées vers l'axe longitudinal du ventricule, et que la lame interne de cette valvule est séparée de la cloison interventriculaire et va à la rencontre de la lame antérieure. »

Allen Thomson[1] a tiré de ses observations sur des cœurs récemment enlevés cette conclusion que les colonnes charnues tirent les valvules en bas et les rappochent, et que la pression sanguine vient ensuite compléter le rapprochement, comme pour les valvules semi-lunaires de l'aorte.

Reid[2] est arrivé au même résultat. Il s'est assuré que les valvules ne sont pas refoulées en haut par la pression sanguine : le doigt introduit dans l'oreillette d'un animal vivant ne perçoit rien de semblable. Mais la contraction des piliers amène le rapprochement des valves et la formation, au-dessus d'elles, d'un espace conique qui prolonge la cavité auriculaire.

Dans cette théorie, une quantité notable de sang reste dans l'espace infundibuliforme limité par les valvules, et se trouve même refoulé partiellement dans l'oreillette.

Les valvules étant abaissées par la contraction des piliers, on chercha à leur faire jouer un rôle actif dans l'expulsion du sang pendant la systole ventriculaire. Cette idée a été exposée pour la première fois par Kuerschner[3] : « Les valvules sont d'abord soulevées par le sang, déployées et appliquées chacune à son orifice dès le début de la contraction ventriculaire. Les muscles papillaires servent *à les fixer* dans cette position et dans cet état à l'aide des tendons du premier ordre qui en émanent, tandis que les autres cordages ont pour fonction de les maintenir planes. Mais quand la systole ventriculaire progresse, quand une partie du sang a déjà passé dans les artères, *alors les valvules sont attirées vers la pointe du cœur* par une contraction vigoureuse des muscles papillaires ;

[1] *Allen Thomson*, in *Todd's Cyclop.*, t. I, 1836, p. 656.
[2] *Reid*, in *Todd's Cyclop.*, t. II, 1839. p. 600.
[3] Kürschner, *Froriep's Notizen*, 1840, p. 316 ; art. Herzthätigkeit, in *Wagner's Handwœrterbuch*, t. II, p. 60, 1844.

elles contribuent ainsi à pousser le reste du sang hors du ventricule. »

Kuerschner fait observer que si les valvules s'élevaient simplement, le sang serait refoulé dans l'oreillette et cet appareil valvulaire si compliqué rendrait de moindres services que la soupape la plus simple d'une pompe, ce qui fait supposer que l'interprétation est vicieuse[1].

Ainsi, il y aurait, d'après Kuerschner, deux temps dans la systole ventriculaire : dans le premier, la contraction des parois produirait le soulèvement passif des valvules ; dans le second, celles-ci seraient abaissées par la contraction consécutive des piliers. C'est précisément le contraire qui est affirmé par M. Spring, comme nous le verrons dans la seconde partie de ce travail.

Une difficulté, cependant, arrêtait les partisans de la théorie de Kuerschner : Si les valvules sont complétement abaissées à la fin de la systole et restent telles pendant la diastole, comment peuvent-elles se relever au commencement de la systole suivante, pour produire l'occlusion des orifices, puisqu'il est reconnu généralement que les parois ventriculaires et les piliers se contractent simultanément. Il fallait donc trouver une puissance qui pût opérer ce soulèvement des valvules un peu avant la systole ventriculaire. Kuerschner avait chargé de ce rôle des fibres musculaires descendant des oreillettes dans les valvules ; ces fibres n'existent point.

Baumgarten[2] et après lui E.-H. Weber[3] ont pensé résoudre le problème de la manière suivante : Le ventricule distendu par la systole auriculaire ne se contracte pas immédiatement. L'élasticité de ses parois se manifeste seule d'abord ; elle est assez forte pour refouler en haut les valvules, qui, baignant dans le sang, ont de la tendance à se relever, sans que par là le sang soit refoulé dans l'oreillette. Quand ensuite la systole arrive, les valvules ont déjà une position telle qu'elles ferment les orifices.

Baumgarten insiste sur le faible poids spécifique des val-

[1] Kürschner, *l. c.*, p. 59.

[2] Baumgarten, *Dissert. de mechanismo quo valvulæ venosæ cordis claduntur*, mars 1843.

[3] E.-H. Weber, *Prag. Viertelj.*, 1848, t. III, p. 105.

vules, qui leur permet de flotter et de se relever sous une très-faible pression.

La même opinion est exprimée par Halford[1] ; cet auteur soutient que le soulèvement des valvules est opéré par la contraction de l'oreillette qui distend le ventricule, et qu'il existe déjà au moment où celui-ci entre en systole. Il a reconnu que les bords des valvules ont de la tendance à s'enrouler vers le haut, ce qui est dû au tissu élastique qui y est contenu. Les recherches de Broadbent sur le cœur du bœuf lui ont montré, sur la face supérieure des valvules, une couche élastique dont les fibres se dirigent principalement du bord adhérent vers le bord libre des valves, et qui leur donne une tendance à s'enrouler sur leur face supérieure.

La théorie de Kuerschner, acceptée par Ludwig[2], est exposée très-clairement par Küss[3] : « Quand le ventricule se contracte, les muscles papillaires entrent aussi en action. On avait admis autrefois que ces muscles et leurs tendons serviraient à empêcher la prétendue valvule de trop se redresser sous l'effort rétrograde du sang et de se retourner à l'envers dans la cavité de l'oreillette. Mais le fonctionnement est tout autre, car *en introduisant le doigt vers la région auriculo-ventriculaire au moment de la systole ventriculaire, on voit que l'espèce d'entonnoir qui pend de l'oreillette* dans le ventricule continue à exister. De la contraction des muscles papillaires, il résulte d'abord l'allongement du cône auriculaire, dont ensuite les bords libres se rapprochent. En même temps que ce cône creux descend dans le ventricule, les parois de celui-ci se contractent, se rapprochent de lui, de sorte que l'appareil auriculo-ventriculaire agit comme *une espèce de piston creux*, qui pénètre dans le ventricule, se rapproche de ses parois, en même temps que ces parois se rapprochent de lui, et c'est ainsi que le ventricule arrive à se vider complétement, le contact devenant parfait entre ses parois et le prolongement auriculaire. Küss admet même la production

[1] Halford, On the times and manner of closure, *Med. Times*, 1861, p. 519, et *Schmidt's Jahrb.*, 1863, t. CXXI, p. 113.

[2] Ludwig, *Lehrb. der Physiologie*, 1856, t. II, p. 61.

[3] Küss, *Cours de physiologie*, rédigé par M. Duval, 1872., p. 149.

d'une *aspiration* exercée, grâce à ce mécanisme, par l'oreillette sur le sang veineux.

Nous verrons que la disposition et les connexions des piliers du cœur rendent cette théorie tout à fait inacceptable ; mais il n'en est pas moins vrai que Küss avait parfaitement observé l'abaissement des valvules au moment de la systole ventriculaire.

C'est aussi à la théorie de Kuerschner que se rattache *Vierordt*[1] :

« Au moment de la systole, les valvules auriculo-ventriculaires, en même temps que les bords opposés des valves sont intimement adossés, descendent dans la cavité ventriculaire et limitent par là un espace conique, qui devient de plus en plus grand dans le cours de la systole, espace dans lequel le sang afflue; en d'autres termes, la cavité auriculaire s'agrandit considérablement aux dépens de la cavité ventriculaire et devient par là apte à recevoir plus de sang des veines..... Les muscles papillaires se raccourcissent, et par leurs filaments tendineux *tirent les valvules vers la pointe du cœur*, en même temps que l'occlusion valvulaire persiste. »

L'article consacré par Donders au mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires trahit les incertitudes que ce sujet a laissées dans l'esprit de l'auteur :

« Pendant la contraction précédente des ventricules, dit-il[2], les valvules veineuses avaient été tirées en bas par le raccourcissement des muscles papillaires. Il en résulte que les orifices veineux sont ouverts pendant la diastole des oreillettes et que le sang peut immédiatement passer dans le fond des ventricules, à travers le cylindre creux des valvules. Quand ensuite la contraction des muscles papillaires cesse avec celle des ventricules, les valvules pendent de nouveau lâchement en bas, elles sont baignées par le sang et ont déjà, par là même, une tendance *à se relever* vers les orifices veineux... »

« Les ventricules sont-ils distendus au plus haut point, ils se contractent aussitôt avec une grande force. Par suite, le sang est soumis à une pression qui pousse les pointes des val-

[1] Vierordt, *Physiologie des Menschen*, 4e édit., 1874, p. 120 et 121.
[2] Donders, *Physiol. des Menschen*, trad. de Theile, 1856, t. I. p. 37 et 38.

vules mitrale et tricuspide les unes vers les autres, en même temps que les filaments tendineux par lesquels ils sont unis aux muscles papillaires empêchent leur renversement dans les oreillettes ou même les tiennent abaissées.

« A mesure que les ventricules se vident, les valvules veineuses sont tirées plus profondément dans leur intérieur par les muscles papillaires encore toujours contractés, et peut-être la dernière goutte de sang du ventricule gauche est-elle poussée *entre la valvule tirée en bas et la cloison interventriculaire*(!). Mais déjà, à ce moment, le sang coule de nouveau des oreillettes dans les cavités ventriculaires par le canal cylindrique des valvules veineuses. »

Dans les notes annexées à cet article, Donders, après avoir exposé comparativement les idées de Baumgarten et Weber et celles de Reid, avoue que le choix entre ces deux théories n'est pas facile. Cependant, considérant que la contraction des ventricules suit de si près celle des oreillettes qu'il n'y a point entre elles d'intervalle pendant lequel la prétendue élasticité des parois ventriculaires pourrait se manifester, il incline vers les idées de Reid. « Si, dit-il, les muscles papillaires, dès le commencement de la systole, disparaissent presque complétement dans la substance musculaire du cœur, les bords des valves doivent être tirés en bas et l'un vers l'autre. Si ensuite le sang vient exercer une pression sur la face ventriculaire des valves, il résulte nécessairement de ces deux forces une occlusion complète, avec formation d'une cavité conique ouverte vers le haut[1]. »

Schœmaker[2], se fondant sur le mode d'insertion et le degré de tension des cordages, soutient que l'occlusion est en partie active, en partie passive. Dans la systole, la portion adhérente (la base) des valvules est tendue par la contraction simultanée des muscles papillaires, tandis que la portion inférieure reste flottante. L'anneau fibreux, tendu par la valvule, se rétrécit ; alors le sang, exerçant une pression sur la portion flottante, la refoule en dedans, sous la forme de cou-

[1] Donders, *l. c.*, p. 40.

[2] Schœmaker, Over het ontstaan van den eersten toon, etc., in *Ned Tydschr. v. Geneesk*, t. IV, p. 449, 1860, et *Schmidt's Jahrb.*, 1864, p. 42.

pole. La valve aortique, étant plus longue et plus mobile que l'autre, doit aussi, suivant Schœmaker, être plus refoulée que cette dernière et l'*envelopper* en quelque sorte.

Dans un mémoire rempli de vues ingénieuses, M. Onimus[1] soutient que les colonnes charnues du ventricule gauche étant réunies à la pointe et séparées supérieurement, doivent, par leur contraction, produire l'écartement de leurs extrémités supérieures et conséquemment écarter les valves. D'ailleurs, situées au-dessous des valvules, elles ne peuvent que tirer celles-ci en bas, suivant la direction de leurs fibres, ce qui, selon M. Onimus, a pour effet de *maintenir ouverts les orifices auriculo-ventriculaires*, et comme cette ouverture ne peut exister pendant la systole ventriculaire, il en conclut qu'il faut *à priori* admettre *l'effacement des orifices*, dont il cherche ensuite à démontrer la réalité et le mécanisme. Dès lors, M. Onimus est amené à se demander à quoi servent les valvules qui entourent les orifices auriculo-ventriculaires, et voici l'usage qu'il leur assigne : la grande valve de la mitrale, qui sépare en deux la cavité du ventricule gauche, *est attirée directement en bas* et sert pour ainsi dire de paroi. Contre cette paroi membraneuse vient s'appliquer la partie supérieure de la paroi externe du ventricule gauche, et c'est ainsi que l'orifice auriculo-ventriculaire se trouve effacé. De plus, *elle protége l'orifice aortique et l'empêche d'être comprimé par la paroi externe qui tend à se rapprocher de la paroi interne*. Elle a donc une double utilité : celle de protéger l'orifice aortique, et celle de présenter un plan résistant et uni sur lequel peut s'appliquer la paroi mobile du ventricule.

M. Onimus pense que les valvules, pendant la systole, sont énergiquement attirées en bas, ce qui ne saurait être mis en doute, et qu'elles *refoulent* vers la pointe le sang qui se trouvait au-dessous d'elles, en *décrivant un arc de cercle à concavité tournée vers les parois ventriculaires*. Par cette dernière conclusion, les idées de M. Onimus se rapprochent notablement de celles qui ont été soutenues par Kuerschner.

[1] E. Onimus, *Études critiques et experimentales sur l'occlusion des orifices auriculo-ventriculaires*, in *Journal de l'anatomie*, 1865, p. 356 *et passim*.

O. Funke [1], dans son manuel de physiologie, expose simplement les idées de Kuerchner, modifiées par Weber.

J. Ranke [2], enfin, assimile les valvules auriculo-ventriculaires à des portions d'intestin qui seraient appendues aux orifices correspondants. Si, après avoir fait couler de l'eau dans le ventricule, on comprime ce dernier, les bords libres du cylindre membraneux sont pressés l'un contre l'autre. « Dans l'occlusion, les valves ne s'étendent pas en surface devant l'orifice à fermer ; les valves fermées limitent un espace conique ouvert dans l'oreillette qui, ainsi, se prolonge dans le ventricule en forme de pointe. »

Cette forme des valvules ne peut évidemment être déterminée que par la contraction des piliers.

II

Pour apprécier d'une manière rationnelle et aussi complétement que possible le jeu des valvules auriculo-ventriculaires, il faut envisager ces valvules en elles-mêmes et dans leurs rapports avec les autres parties du cœur [3]. Il importe surtout d'examiner quelle doit être l'influence exercée sur les valvules par les muscles papillaires, dont les tendons ou cordages viennent se fixer sur elles. Or, cette influence est subordonnée, d'une part, à l'action propre de ces muscles, d'autre part, aux changements déterminés par la contraction des parois venticulaires. Le raccourcissement des piliers, a-t-on dit, ne peut que contrebalancer celui des ventricules, en d'autres termes, les extrémités inférieures des cordages valvulaires sont rapprochées du plan des orifices auriculo-ventriculaires, par suite du raccourcissement des ventricules, autant qu'elles s'en éloigneraient par l'effet de la contraction des muscles papillaires. S'il en est ainsi, il est évident que les cordages laisseront aux valvules, pendant la systole, la même liberté de mouvement que dans la diastole et sur le cadavre.

[1] O. Funke, *Lehrbuch der Physiologie*. 5e éd. 1867, t. I, p. 59 à 61.

[2] Ranke, *Physiologie des Menschen*, 2e édit., 1872, p. 398.

[3] Les planches annexées à ce mémoire sont toutes dues au crayon habile de M. Richer, interne très-distingué des hôpitaux.

Sur le cœur flasque détaché du corps, qu'on peut considérer comme représentant, jusqu'à un certain point, le cœur à l'état de relâchement, les valvules sont abaissées et appliquées contre les parois des ventricules. On a souvent prétendu qu'il en est de même sur le vivant, pendant la systole auriculaire. Cette assertion est probablement exacte quant à la valve interne de la tricuspide, peut-être aussi en ce qui concerne la valve gauche de la mitrale ; mais on ne saurait en dire autant de toutes les valves sans exception. Il est vrai que si l'on suspend un cœur par la base, et qu'on fasse tomber une colonne d'eau dans un des orifices auriculo-ventriculaires, mis à découvert par l'excision des oreillettes, on voit les valves s'écarter les unes des autres pour livrer passage au liquide, et si celui-ci peut s'écouler par la pointe du ventricule, préalablement retranchée, les valves s'appliquent assez exactement contre les parois. Mais si, le ventricule étant intact, l'eau s'accumule dans sa cavité, les valves, en raison de leur faible densité, flotteront dans le liquide, se soulèveront graduellement, en quittant les parois, pour se placer dans le plan des orifices auriculo-ventriculaires, et se juxta-poseront par leurs bords, de façon à constituer par leur réunion une sorte de diaphragme comblant ces orifices. A ce moment, placez une ligature sur l'artère pulmonaire ou sur l'aorte, suivant que vous voudrez expérimenter sur l'un ou l'autre ventricule, puis comprimez le cœur à sa partie moyenne et vous verrez les valves se soulever un peu plus, sans pourtant se renverser vers l'oreillette, en même temps que leurs bords s'adapteront plus exactement les uns aux autres, et empêcheront plus ou moins complétement le passage du liquide à travers l'orifice auriculo-ventriculaire.

Cette expérience, faite pour la première fois par Lower, peut être répétée très-commodément de la manière suivante : Sur un cœur dont on a enlevé toute la portion auriculaire, on introduit un tube dans le ventricule droit par l'artère pulmonaire, un autre dans le ventricule gauche par l'aorte, et on les fixe solidement dans ces vaisseaux à l'aide d'une ligature. Puis on plonge le cœur dans un baquet plein d'eau, en maintenant les orifices auriculo-ventriculaires près de la surface du liquide. A mesure que les ventricules se remplissent, les

valvules se soulèvent, se rapprochent du plan des orifices et se juxta-posent par leur portion marginale, de manière à fermer les ventricules par en haut. Si alors on souffle dans l'un ou l'autre tube, on constate que les valves du côté correspondant s'adaptent plus exactement entre elles, se tendent et même se soulèvent légèrement en dôme à leur partie moyenne. En même temps l'occlusion devient plus parfaite, au point que souvent il ne s'échappe pas la moindre bulle d'air à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. Cette dernière circonstance s'observe particulièrement sur des cœurs d'enfant, non-seulement à gauche, mais aussi à droite, où cependant il existe parfois une légère insuffisance. Quand on expérimente sur des cœurs d'adulte, on trouve généralement que la valvule mitrale ne laisse rien passer , tandis que le fonctionnement de la tricuspide est beaucoup moins satisfaisant. Chez les vieillards, enfin, il est fréquent de voir l'occlusion se faire imparfaitement à gauche, et l'insuffisance tricuspide constitue la règle. Cette dernière proposition est tellement vraie que beaucoup de médecins la considèrent comme traduisant l'état normal, et qu'un auteur anglais, King, a voulu voir dans cette insuffisance de la valvule auriculo-ventriculaire droite une sorte de soupape de sûreté, destinée à prévenir la congestion des poumons dans les cas de trouble de la circulation pulmonaire.

Ce n'est pas la première fois, certes, qu'on a avancé que certaines dispositions normales sont établies en vue de lésions possibles, auxquelles elles seraient aptes à remédier. Mais je ne sache pas qu'on ait jamais prétendu qu'un organe doive fonctionner imparfaitement chez l'homme sain pour éviter ou atténuer des troubles qui pourraient survenir en cas de maladie.

Doit-on admettre, comme on l'a fait trop facilement jusqu'ici, que l'expérience de Lower, que l'on peut d'ailleurs varier de diverses façons, donne une idée exacte du fonctionnement normal des valvules auriculo-ventriculaires ? La réponse, à mon avis, ne saurait être douteuse. Elle ne pourrait être affirmative que si, dans les deux cas, les conditions étaient les mêmes. Or, il est bien loin d'en être ainsi. Sur le cœur vivant, les ventricules se rétrécissent et leurs parois deviennent rigides;

sur le cœur mort, les cavités ventriculaires se dilatent et leurs parois restent flasques. Sur le premier, les colonnes charnues se raccourcissent ; sur le second, elles s'allongent sous la pression du liquide. Dans un cas, les orifices se rétrécissent et prennent une forme allongée ; dans l'autre, ils se dilatent et deviennent circulaires. On pourrait ajouter que, sur le cadavre, les valvules des deux cœurs se ferment à peu près de la même façon, tandis que la conformation notablement différente de la mitrale et de la tricuspide indique que, sur le vivant, le mécanisme de l'occlusion ne saurait être identique à droite et à gauche.

Il n'est donc pas possible de considérer, *à priori*, ce qui se passe dans l'expérience de Lower comme l'image exacte du jeu normal des valvules. Pour déterminer les changements qui s'opèrent dans cette dernière circonstance, il faut, ou bien les observer directement, sur des animaux vivants, ou bien les déduire comme conséquences nécessaires de la disposition anatomique des parties.

La première méthode est celle qui, de prime abord, paraît devoir fournir les renseignements les plus certains. Aussi a-t-elle été mise en usage de tout temps et avons-nous vu Sénac, Reid, les membres du Comité de Londres, MM. Kürschner, Colin, Chauveau et d'autres porter le doigt dans le cœur, à travers une ouverture faite à l'une des oreillettes, pour s'assurer, par le toucher, des modifications qui accompagnent la systole et la diastole. Mais, outre que le toucher ne donne le plus souvent que des sensations peu nettes, en raison de la rapidité avec laquelle s'exécutent les mouvements du cœur, il y a lieu de tenir grand compte d'une circonstance qui, certainement, introduit des changements profonds dans le fonctionnement de l'organe central de la circulation : je veux parler de l'affaiblissement extrême des contractions cardiaques qui résulte de l'ouverture du thorax et du péricarde, et surtout de la lésion d'une partie quelconque du cœur ou du contact d'un corps étranger avec l'endocarde. Il est d'observation journalière que la colonne de liquide qui, dans l'hémodynamomètre, mesure la pression du sang dans les artères et conséquemment la force déployée par le ventricule gauche, s'abaisse considérablement sitôt que le cœur est mis à nu et

simplement touché avec le doigt, et plus encore quand une blessure vient l'atteindre. Dans une expérience sur un chien de forte taille, que j'ai faite dans le laboratoire de physiologie de la Faculté, avec le concours obligeant de M. le docteur Laborde, l'hémodynamomètre, mis en communication avec le sang de l'artère carotide droite, indiquait une pression initiale de 19 centimètres de mercure, qui se maintint exactement quand on établit la respiration artificielle. L'ouverture du thorax fit tomber immédiatement cette pression à 10, puis à 8 centimètres ; l'incision du péricarde ne produisit aucune autre modification. Cette faiblesse des contractions doit certainement atteindre également les piliers du cœur, qui dès lors n'agiront plus sur les valvules avec une énergie suffisante pour déterminer l'occlusion normale des orifices. Il s'ensuit que le cœur se rapproche, en quelque sorte, des conditions où il se trouve dans l'expérience de Lower. Il n'est donc pas étonnant que des observateurs aient senti les valvules soulevées par la pression sanguine. D'autres expérimentateurs, d'ailleurs, ont obtenu des résultats sensiblement différents.

M. Chauveau, il est vrai, a réussi, en se servant de sondes exploratrices qu'il introduit dans le cœur par une des jugulaires, à enregistrer les mouvements des valvules sans faire subir à l'animal aucune lésion susceptible d'altérer la contractilité de l'organe. Il a observé, dans ces circonstances, des alternatives d'ascension et de descente des ampoules, qu'il considère comme traduisant des mouvements semblables des valvules. Mais ces déplacements des ampoules n'indiquent point nécessairement que les valvules se soulèvent et s'abaissent comme elles ; ils ne me paraissent contredire en rien la théorie qui découle de l'anatomie du cœur.

Dans l'examen du rôle dévolu aux muscles papillaires, trois questions principales doivent attirer l'attention ; ce sont les suivantes :

1° A quel temps de la révolution cardiaque correspond la contraction des piliers ?

2° Cette contraction peut-elle produire un changement dans la position des valvules? et, si la réponse est affirmative :

3° Quel est ce changement ? A la deuxième question se rat-

tache étroitement, comme nous l'avons vu, celle du raccourcissement ou de l'allongement systolique du cœur.

I. A quel moment de la révolution cardiaque a lieu la contraction des muscles papillaires du cœur ?

La contraction des muscles papillaires et des colonnes charnues du cœur, en général, accompagne celle des parois ventriculaires. Cette proposition semble toute naturelle, car les éléments musculaires des piliers sont la continuation non interrompue des fibres pariétales. Elle a cependant rencontré des contradicteurs parmi les auteurs qui la trouvaient inconciliable avec la doctrine du soulèvement des valvules ; mais l'observation directe l'a confirmée constamment. Déjà Haller, sur un cœur ouvert, qu'il venait d'arracher de la poitrine d'un animal vivant[1], avait vu les piliers se contracter en même temps que le reste des ventricules. On a pu objecter, il est vrai, que l'irritation déterminée par la section des parois avait peut-être troublé l'ordre des contractions. Le même reproche ne peut être adressé à l'observation de Sénac, qui a reconnu cette contraction simultanée de toutes les parties des ventricules en introduisant le doigt dans les cavités d'un cœur qui continuait de battre[2].

Laënnec, à la vérité, pensait que les piliers du cœur se contractent au moment de la systole auriculaire[3]. Mais son opinion ne reposait sur aucun fait d'observation, tandis que tous ceux qui ont cherché à constater le phénomène de leurs propres yeux, sont arrivés à des convictions inverses.

La sixième conclusion du Comité de Londres, composé des docteurs Ch. Williams, Todd et Clendinning, est ainsi conçue : « Les colonnes charnues semblent agir en même temps que les parois des ventricules et attirer les valvules auriculo-ventriculaires dans l'intérieur du ventricule[4] » Le même fait a été constaté dans les expériences répétées par Ch. Williams en présence du docteur Hope[5]. Une observation de Reid,

[1] Haller, *De structura et motibus cordis, Dissert. Leodiesis,* 1719. *Elementa physiol.*, t. I, p. 405.

[2] Sénac, *l. c.*, t. II, p. 25.

[3] Laënnec, *Traité de l'auscultation médiate*, 4e édit., t. III, p. 66.

[4] *The pathol. and diagn. of diseases of the chest*, 4e édit. London, 1840, p. 295.

[5] *Rational exposit.*, etc., trad. par Velten, p. 198.

faite en 1836, a donné un résultat identique[1]. Il en est de même des expériences du Comité de Dublin.

Allen Thomson, dont les observations ont porté sur des cœurs récemment ouverts, a vu, comme les expérimentateurs précédents, que les colonnes charnues se contractent avec le reste de la paroi ventriculaire, qu'elles tirent les valves en bas, en les rapprochant entre elles. La pression sanguine, dit-il, vient ensuite compléter le rapprochement, comme pour les valvules semi-lunaires de l'aorte[2].

Kürschner s'est assuré également de cette contraction simultanée de toutes les parties des ventricules : « Si, dit-il[3], par une oreillette ouverte, on introduit un doigt dans le cœur, on reconnaît que la contraction, dès l'origine, est générale ; le doigt est serré dans l'orifice auriculo-ventriculaire, on sent les papilles devenir plus dures et plus courtes. » — « Dans les deux ventricules, lit-on dans un autre paragraphe[4], les muscles papillaires se contractent à ce point qu'ils disparaissent presque complétement dans la masse musculaire et se réduisent à des saillies à peine reconnaissables. »

Enfin *Spring* dit avoir vu très-nettement[5] que la contraction des piliers a lieu *dès le début de la systole* ventriculaire et qu'elle est si forte *qu'ils rentrent dans les parois charnues*. Il ajoute, à la vérité, qu'ils reparaissent un instant après, circonstance dont il s'autorise pour édifier une théorie nouvelle des valvules du cœur.

II. *La contraction des piliers peut-elle agir sur les valvules?*

La contraction des piliers produisant nécessairement leur raccourcissement, il était logique d'admettre qu'elle devait déterminer la tension des cordages tendineux et l'abaissement des valvules. Mais comme cet abaissement contrariait les partisans du soulèvement passif des valvules, ils se sont évertués, ne pouvant nier la réalité de la contraction des piliers, à ré-

[1] Reid, *in Todd's Cyclop.*, t. II, 1839, p. 601.
[2] *Todd's Cyclop.*, t. I, 1836, p. 656.
[3] G. Kürschner, *Art. Herzthætigkeit, in Wagner's Handwörterbuch der Physiol.*, t. II, 1844, p. 35.
[4] Kürschner, *ibid.*, p. 58.
[5] Spring, *l. c.*, p. 118 et suiv.

voquer en doute les conséquences qui en découlent. Ils ont invoqué surtout, dans ce but, le raccourcissement des ventricules qui accompagne la systole du cœur.

Cette question du raccourcissement systolique du diamètre longitudinal du cœur a longtemps occupé les physiologistes, et même aujourd'hui elle n'est pas tranchée d'une manière tellement nette qu'elle ne soulève encore des contradictions.

Nous avons vu que Galien enseignait que le cœur s'allonge en se contractant, et que cette opinion, admise par Vésale, a régné exclusivement jusqu'à Harvey, qui constata un allongement apparent. Parmi les contemporains ou successeurs immédiats de cet illustre physiologiste, les uns, tels que Riolan[1], Borelli[2], Winslow[3], Queye[4], se firent les défenseurs des idées de Galien; les autres, tels que Lower, Sténon, Bartholin, Bassuel[5], Ferrein, Lancisi[6] et Sénac[7] soutinrent la doctrine inverse, qui trouva un puissant appui dans les expériences de Haller et dans la savante discussion à laquelle il soumit l'opinion de Galien. « La poitrine d'un chat étant ouverte, dit Haller[8], je vis le sommet du cœur s'approcher de sa base et je fus surpris des doutes qui avaient pu s'élever sur un point qui me parut si clair. » Dans un autre passage[9], il raconte qu'ayant, à l'exemple de Queye, approché la pointe d'un scalpel du sommet du cœur d'une grenouille vivante, il constata que le cœur s'éloignait de l'instrument pendant la systole, tandis qu'il venait se blesser pendant la diastole. Haller avait eu aussi l'occasion d'observer un cas d'ectopie du cœur, et il s'était assuré que « *cor in diastole longius*, et

[1] Riolan, *Anthropographia*, p. 241.
[2] Borelli, *De motu animalium*, t. II, p. 50.
[3] Winslow, *Hist. de l'Acad. des sciences de Paris*, 1725
[4] Queye, *Dissert. de syncope et causis eam producentibus*, Montpellier, 1735.
[5] Bassuel, *Hist. de l'Acad. des sciences de Paris*, 1731.
[6] Lancisi, *De motu cordis*, etc., Liége, 1740, p. 124.
[7] « Sténon, M. Hunaud et Haller ont toujours aperçu le raccourcissement « des ventricules dans leur systole. Mes observations confirment le témoi « gnage de ces physiciens: quand j'ai observé le cœur avec des yeux attentifs, « la base et la pointe me paraissaient toujours rapprochées dans la contrac- « tion. » (Sénac, *Traité de la struct. du cœur*, 2e édit., 1783, p. 25.)
[8] Haller, *Mémoires sur les parties sensibles et irritables*, t. I, p. 342.
[9] Haller, *Elém. de physiol.*, t. I, p. 392.

in systole brevius factum est, perinde ut in bestiis videmus[1]. » Il croyait, d'ailleurs, avoir rencontré une exception à la règle dans le cœur de l'anguille ; mais Fontana démontra que cette exception n'existe point[2].

La question, cependant, était loin d'être vidée lorsque, à l'occasion d'une vacance survenue dans l'Ecole de Montpellier, les deux candidats qui se disputaient la chaire, soutinrent, l'un, les idées de Galien, l'autre, l'opinion opposée. L'Académie des sciences, prise pour arbitre, résolut d'examiner la question. L'histoire de cette lutte est racontée dans la bibliothèque de Planque[3] ; Hunaud, après avoir cité les autorités favorables à l'une et à l'autre doctrine, y expose que l'observation sur les animaux vivants lui a montré que le cœur se raccourcit pendant la systole. C'est alors qu'un chirurgien de Paris, Bassuel, vint lire à l'*Académie*, sur la question en litige, un mémoire dont l'arguement principal était celui-ci : Si le cœur s'allongeait, les colonnes charnues et les cordages, tendus par cet allongement, devraient maintenir les valvules abaissées ; ce qui permettrait au sang de retourner dans les oreillettes.

C'est en vain que Queye entassa des expériences pour prouver l'allongement, l'argument de Bassuel parut décisif à tout le monde; il l'était, en effet, à une époque où la théorie de l'occlusion passive était la seule connue. Mais il est absolument sans valeur si, comme cela me paraît certain, les orifices sont fermés par les valvules abaissées.

Quoi qu'il en soit, depuis lors la doctrine du racourcissement systolique régna sans partage, en France du moins, comme on peut s'en assurer en consultant nos livres classiques[4]. Outre l'observation sur les animaux vivants, on invoqua l'anatomie pour en établir la vérité : « Les fibres du cœur, dit P. Bérard[5], étant disposées en anses dont le point

[1] Haller, *l. c.*, p. 392.

[2] Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables*, p. 369-371.

[3] *Bibliothèque de médecine* de Planque, art. COEUR, t. VIII, p. 565.

[4] V. Richerand, *Elém. de physiol.*, t. I. — Magendie, *Précis de phys.*, t. II, p. 395. — Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 603. — Béclard, *Traité de physiol.* 6e éd., p. 217. — Béraud, *Elém. de physiol.*, t. II, p. 277. — Milne Edwards, *Leçons sur la physiol.*, t. IV, p. 19.

[5] P. Bérard, *Cours de physiol.*, t. III, p. 612.

fixe est aux orifices des ventricules, la contraction de ces fibres a pour résultat nécessaire le raccourcissement de ces anses et, par conséquent, le raccourcissement du cœur. » Cet argument ne serait irréfutable que si les deux chefs de l'anse étaient rectilignes.

Des expériences nouvelles, cependant, ne tardèrent pas à produire de nouvelles divergences.

Ainsi, tandis que le *Comité de Dublin*, sous la direction du docteur Macarthney[1], avait trouvé, sur un lapin et sur un jeune veau insufflé après avoir été assommé, que le cœur *se raccourcit* en se contractant, le *Comité de Philadelphie* constatait, au contraire, un *allongement* systolique dans toutes les expériences qui lui permettaient une observation régulière. Dans la sixième expérience, portant sur une brebis, cet allongement est évalué à un quart de pouce; de même dans la huitième, faite sur un jeune veau. Dans la neuvième expérience, pratiquée sur un cheval soumis à la respiration artificielle, il est dit : « Le ventricule gauche, pendant sa systole, est aplati et allongé; lors de sa diastole, il est raccourci et prend une forme arrondie. La dixième et la onzième expérience ont donné des résultats analogues[2]. »

D'autre part, le Comité de Londres a observé constamment un raccourcissement correspondant à la systole ventriculaire[3].

En présence de ces résultats contradictoires, Ludwig[4] fit de nouvelles expériences sur des chats, animaux qui lui paraissaient plus particulièrement propres à ce genre de recherches, et en se servant d'un instrument spécial qu'il avait imaginé pour rendre ses mensurations plus exactes. Dans tous les cas, il constata une *diminution notable* du diamètre longitudinal du cœur.

A la suite de son travail, Ludwig dit qu'il resterait, pour le compléter, à examiner la question du fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires. Il fait remarquer que les élé-

[1] *Report on the motions of the heart* (*British Assoc.* Dublin, 1835, p. 245

[2] Pennock et Moore, *Medical Examiner*. Philadelphie, 1839. Traduction de E. Beaugrand, *in l'Expérience*, 1842, t. X, p. 177, avec introduction historique très-bien faite.

[3] *Report by the London sub-Committee, in Brit. Assoc.*, Glasgow, 1841. p. 201.

[4] Ludwig, *in Zeitschr. f. rat. Med.*, 1849, t. VII, p. 203.

ments suivants doivent concourir à la solution de ce problème : changements de forme des orifices veineux (auriculo-ventriculaires) pendant la systole, direction de l'impulsion sanguine vers les orifices, déplacement des régions des parois ventriculaires où se fixent les muscles papillaires, changements de forme de ces muscles. Il signale, en outre, comme dignes d'attention, la saillie que font, dans la cavité des ventricules, les papilles nées des parois libres du cœur, tandis que celles qui viennent de la cloison n'ont que peu de relief; l'absence de papilles sur la face gauche de la cloison, et la direction particulière que présente la papille antérieure de la face droite de la cloison. Il est certain que tous ces détails, qui n'ont guère occupé les physiologistes, devront trouver leur interprétation dans la véritable solution du problème en question. Mais Ludwig aurait pu ajouter qu'une théorie parfaitement satisfaisante devrait nous expliquer aussi pourquoi, malgré l'analogie manifeste qu'offrent les valvules auriculo-ventriculaires droite et gauche, il y a cependant entre la tricuspide et la mitrale des différences assez notables ; pourquoi, par exemple, il existe trois laciniures triangulaires à droite et deux seulement à gauche ; pourquoi, de chaque côté, on trouve une valve plus grande que les autres ; pourquoi la grande valve de la mitrale a une disposition toute spéciale, que ne présente aucune autre, etc., etc., toutes questions que les doctrines en honneur laissent complétement dans l'ombre ou dont elles ne donnent que des solutions insuffisantes ou erronées. Or, c'est le propre des interprétations vraies de rendre compte des faits jusque dans leurs moindres détails, et une théorie qui, tout en s'adaptant plus ou moins bien à l'ensemble d'un phénomène, se verrait cependant forcée de négliger certaines particularités qui s'y rattachent directement, devrait pour ce seul motif être réputée inacceptable d'une manière définitive.

MM. Chauveau et Faivre sont arrivés au même résultat que Ludwig. Pour reconnaître avec certitude le changement qui s'opère pendant la contraction, ces expérimentateurs ont excisé de la poitrine le cœur d'un chien vivant et l'ont suspendu, par les gros vaisseaux, au-dessus d'un plan horizontal. Ils ont ainsi constaté que lorsque la pointe de l'organe était en contact

avec ce plan pendant la diastole, elle s'en éloignait sensiblement au moment de la systole[1]. « L'observation d'un nombre considérable d'animaux m'a démontré, dit M. Chauveau[2] : 1° qu'au moment de la diastole ventriculaire, le cœur, devenu flasque, est fortement déprimé d'un côté à l'autre ; 2° que les ventricules, pendant leur systole, éprouvent un raccourcissement de leurs diamètres longitudinal et antéro-postérieur, mais que leur diamètre latéral augmente. »

Relativement au raccourcissement du cœur dans la systole, M. Colin s'exprime ainsi : « Je l'avais constaté très-nettement sur les jeunes animaux, dont le cœur bat longtemps, sans respiration artificielle, après la section du bulbe, comme aussi sur le mouton, le porc, et même sur le cheval, lorsque le cœur peut se désemplir complétement à chaque systole. Il résulte à la fois d'une légère ascension de la pointe vers la base et d'une descente à peine sensible de la base vers la pointe. Ce raccourcissement n'est pas appréciable sur le cheval dont le péricarde est intact[3]. »

De nouvelles expériences, faites par Spring[4] sur le chien, le chat, le lapin et l'oie, ont donné des résultats différents. Spring dit avoir constaté d'abord un raccourcissement répondant à ce qu'il appelle la présystole : « Immédiatement après, les ventricules se resserrent, et ce resserrement a lieu surtout dans le sens du diamètre transversal ; le cœur change la forme sphérique qu'il avait prise dans son premier mouvement en une forme conique, il semble s'allonger et s'allonge en effet, si on le compare à son état antérieur. » Après la systole, Spring a vu le cœur revenir sur lui-même, la pointe se rapprochant un peu de la base, mais non autant qu'au début de la systole (ou plutôt pendant la présystole).

Enfin, Flint[5], ayant fait fabriquer un instrument spécial

[1] Chauveau et Faivre, *in Gaz. médic. de Paris*, 1856, p. 111.

[2] Chauveau, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XLV, 1857, p. 371.

[3] Colin, *l. c.*, p. 382.

[4] Spring, *Mémoire sur les mouvements du cœur*, etc., in *Mém. de l'Acad. royale de Belgique*, Bruxelles, 1860, t. XXXIII, p. 40. — Ce mémoire est précédé d'un historique très-complet de la question des valvules auriculo-ventriculaires.

[5] A. Flint, *Exper. researches on Points connected with the action of the heart*, in *Americ. Journ. of med. Scient.*, 1861, t. XLII, p. 341.

qu'il appelle mékéoscope, pour mesurer les changements qui surviennent dans les dimensions du cœur, a vu celui du chien s'allonger au moment où le sang jaillissait d'une canule introduite dans le ventricule (systole ventriculaire).

En rendant compte du travail de Flint, Theile [1] a fait observer qu'outre les fibres longitudinales extérieures, il existe, à la surface interne du cœur, une couche de fibres dirigées presque suivant l'axe de l'organe, fibres qui seraient obligées, comme les premières, de s'allonger dans l'hypothèse d'un allongement systolique.

Cette objection ne me paraît pas avoir la valeur que lui attribue Theile, attendu que les fibres internes en question sont loin d'être parallèles et rectilignes, qu'elles sont, au contraire, diversement inclinées les unes sur les autres et décrivent, notamment près de la pointe, des courbes dont le redressement pourrait permettre un certain allongement du cœur sans distension de ces fibres.

S'il est difficile, en face de ces résultats contradictoires, de se prononcer résolument en faveur de l'une ou de l'autre opinion, un fait certain, cependant, ressort de ces divergences, c'est que le raccourcissement, supposé qu'il se produise, est peu considérable. Est-il néanmoins suffisant, comme l'ont affirmé quelques auteurs, pour neutraliser l'effet de la contraction des piliers?

A ne considérer que la disposition anatomique, on est conduit, je crois, à répondre négativement.

Avant tout, il importe de faire remarquer qu'il n'existe point, à proprement parler, de *fibres musculaires du cœur*, si l'on entend par ces mots des filaments contractiles étendus sans interruption entre deux insertions, comme ceux qui composent les muscles de la vie de relation. Il n'y a dans le cœur que des *réseaux musculaires*, c'est-à-dire des éléments musculaires fort courts, anastomosés les uns avec les autres et limitant des mailles en forme de fente. C'est la direction de ces fentes, bornées à leurs extrémités par les anastomoses que s'envoient réciproquement les particules musculaires, qui

[1] F.-W. Theile, *Die Anat. u. Phys. des Herzens seit* 1860, in *Schmidt's Jahrb.*, 1864, t. CXXI, p. 92.

détermine celle des prétendues fibres musculaires du cœur. Les anastomoses transversales ou obliques étant, en général, moins fortes que le corps des éléments musculaires, il s'ensuit que la dissociation de ces derniers s'opère plus facilement suivant la direction des fentes qui les sépare que dans les autres sens. Mais cette dissociation ne peut avoir lieu que consécutivement à la déchirure de toutes les anastomoses (*fig.* 16 et 17).

S'il n'y a point, dans le cœur, de fibres musculaires proprement dites, on comprend quelle signification il faut donner aux descriptions classiques, dans lesquelles on voit les fibres de cet organe partir des anneaux fibreux des orifices, suivre un trajet plus ou moins long et revenir à ces mêmes anneaux ou se terminer dans les muscles papillaires. On s'expliquera aussi comment des fibres ayant une direction déterminée, semblent se continuer sans la moindre interruption avec d'autres dont la direction est perpendiculaire à la première, ainsi que cela se voit très-nettement au sommet du cœur de l'homme, et surtout du cheval (3, *fig.* 18). On peut s'assurer sur cette figure que, tandis que les fibres apparentes qui descendent du bord gauche du cœur se recourbent sur sa face postérieure, au voisinage du sommet, pour prendre une direction parallèle à celles qui viennent de la face postérieure (1, *fig.* 18), les fibres les plus rapprochées du sommet (2) restent perpendiculaires à ces dernières, sans cesser pour cela de se continuer avec elles. Enfin, le *réseau musculaire* cardiaque se continuant à travers toute l'épaisseur des parois du cœur et se prolongeant dans les colonnes charnues de la face interne et dans les muscles papillaires, on se rendra compte de l'inanité de tous les dénombrements auxquels on a soumis les couches de fibres du cœur, ainsi que de la valeur des théories qui reposent sur une prétendue séparation et sur un antagonisme entre les fibres longitudinales, superficielles et profondes, et les fibres circulaires ou intermédiaires. Ce qui est certain, c'est que les diverses couches de fibres musculaires, que l'on s'est en vain efforcé d'isoler les unes des autres, n'existent point en réalité, et que les fentes ou mailles du réseau passent graduellement et presque insensiblement d'une direction à l'autre.

Il semble résulter de ce qui précède que la substance musculaire des parois ventriculaires doit se contracter à la fois ou du moins dans toute son épaisseur, car il ne serait pas impossible que la contraction s'y propageât rapidement de haut en bas ou de bas en haut, comme dans les canaux musculeux des viscères ; mais la chose n'a pas encore été établie. Quoi qu'il en soit, il paraît plus que probable que cette contraction détermine surtout un raccourcissement dans le sens des fibres apparentes du cœur, c'est-à-dire que les éléments de l'organe se comportent à peu près, au point de vue physiologique, comme s'ils étaient constitués par de véritables fibres, dont il est utile, dès lors, d'examiner la direction.

Parmi les fibres musculaires du cœur qui sont susceptibles de produire le raccourcissement des ventricules, les unes sont extérieures, les autres internes. Les fibres superficielles, à part celles qui suivent le bord gauche du cœur, sont loin d'être parallèles à l'axe de l'organe ; toutes sont obliques et inclinées d'environ 45° sur cet axe. De plus, elles décrivent des courbes dont la concavité regarde à droite, sur la face antérieure aussi bien que sur la face postérieure (*fig.* 22 *et* 23). On peut donc soutenir que la moitié, à peine, de l'effet produit par contraction de ces fibres se traduit par un raccourcissement du diamètre longitudinal du ventricule.

Les fibres qui suivent le bord gauche du cœur (*fig.* 25), situées dans un plan sensiblement parallèle à l'axe du cœur, décrivent également une courbe très-prononcée, à concavité regardant la cavité du cœur, de sorte que le premier et principal effet de leur contraction doit être l'effacement de leur courbure et le rétrécissement de la cavité ventriculaire gauche.

Quant aux fibres longitudinales internes, il s'en faut qu'elles soient parallèles entre elles et à l'axe du ventricule; elles constituent, au contraire, une série de nattes, inclinées à angle aigu les unes sur les autres (*fig.* 14), si bien que là encore le raccourcissement du diamètre longitudinal du cœur ne constitue qu'une portion de l'effet produit par leur contraction.

Les fibres musculaires des piliers, d'autre part, sont toutes longitudinales et à peu près parallèles (*fig.* 13) : elles s'étendent de la pointe du cœur au-dessus de la partie moyenne de la hauteur du ventricule. Leur contraction se traduit donc en to-

talité par le raccourcissement des muscles papillaires. Il s'ensuit que, malgré leur moindre longueur, ces fibres peuvent très-bien déterminer un raccourcissement plus considérable que celui que produisent les fibres longitudinales des ventricules.

Toutes les considérations que l'on a invoquées dans le but d'annihiler l'effet de la contraction des piliers ne s'appliquent, d'ailleurs, qu'au ventricule gauche. Le mode de contraction du ventricule droit, comme nous le verrons plus loin, exclue toute influence du raccourcissement du cœur sur l'action des muscles papillaires.

Si, laissant de côté les déductions anatomiques, nous interrogeons l'expérimentation physiologique, nous trouvons que le fait généralement observé, c'est la tension des cordages et l'abaissement des valvules.

Déjà Harvey [1] avait reconnu que les cordages et les colonnes charnues sont tendus dans la systole. Haller [2], il est vrai, rapporte une observation dans laquelle il a vu les cordages relâchés pendant la contraction des piliers : « *Una inciso ventriculo, manifesto vidi tendines valvularum se relaxasse, quod idem experimentum in sinistro etiam ventriculo successit.* » Mais c'est là une observation isolée, que personne n'a répétée.

L'abaissement des valvules est admis par Laënnec, qui, à la vérité, soutient qu'il a lieu pendant la diastole [3], et David Williams attribue le deuxième bruit du cœur à l'abaissement brusque des valvules et à leur choc contre les parois ventriculaires à la fin de la systole [4]. Nous avons vu plus haut que les faits observés par Allen Thomson et par le Comité de Londres sont favorables à l'opinion que nous soutenons. Une expérience faite, en 1836, par Reid [5] a donné un résultat semblable. Après avoir cherché à établir, par la direction des fibres musculaires du cœur, que la contraction des piliers, contrairement à l'observation de Haller, doit produire un raccourcissement plus considérable que celui que détermine la

[1] Harvey, *l. c.*, p. 32.
[2] Haller, *Opera minora*, t. I, 1743, p. 224.
[3] Laënnec, *Traité de l'auscultation médiate*, t. II, p. 419.
[4] D. Williams, *in Edimb. med. and surg. Journ.*, oct. 1829.
[5] Reid, in *Todd's Cyclop.*, t. II, 1839, p. 601.

contraction des parois ventriculaires, Reid dit s'être assuré, en introduisant le doigt dans l'oreillette d'un animal vivant, que les valvules ne s'élèvent point dans la systole ventriculaire, et qu'au contraire, il se forme entre elles un espace conique, qui prolonge la cavité des oreillettes. De même, Kürschner[1] a reconnu que les valvules s'abaissent de plus en plus pendant la systole.

Enfin, Spring[2] dit avoir constaté cet abaissement à plusieurs reprises. Le même auteur a essayé l'action du galvanisme sur les ventricules et a obtenu l'abaissement. Il conclut donc de ses expériences que la contraction des muscles papillaires détermine l'abaissement des valvules, en même temps qu'une forte tension de ces valvules et des cordages tendineux. Nous verrons que, contrairement à l'opinion de Spring, cet abaissement, loin de produire l'ouverture des orifices, en détermine au contraire l'occlusion.

A l'encontre de cet accord presque unanime des observateurs, relativement à l'action des muscles papillaires, nous ne trouvons que les affirmations, dénuées de preuves, des partisans de l'occlusion passive, que cet abaissement contrarie singulièrement, et celles de MM. Colin et Chauveau, au sujet desquelles je me suis déjà expliqué.

Je considère donc comme établie la proposition suivante : *Au moment de la systole ventriculaire, les cordages tendineux sont tendus et les valvules auriculo-ventriculaires fortement tirées en bas.*

Quel est l'effet de cette traction ? C'est pour n'avoir point suffisamment interrogé l'anatomie que des physiologistes distingués ont cru que l'abaissement des valvules ne peut qu'ouvrir la communication entre les oreillettes et les ventricules, tandis qu'en réalité il produit une occlusion des orifices tellement parfaite qu'aucun autre mode de fermeture ne peut lui être comparé.

Mais, pour se rendre compte de la véritable disposition et de l'agencement des diverses parties des ventricules, il faut étudier, non point seulement le cœur flasque et souple du cadavre, qui

[1] Kürschner, *Wagner's Handwœrterb.*, t. II, p. 61.
[2] Spring, *l. c.*, p. 114.

figure l'organe en diastole, mais encore le cœur durci et rétracté artificiellement, qu'on peut considérer comme représentant autant que possible l'organe à l'état de systole. Je me suis servi de préférence, pour cette étude, de cœurs conservés depuis un certain temps dans l'alcool étendu d'eau. On peut aussi employer des pièces durcies dans l'acide nitrique très-dilué ; mais il faut beaucoup plus de temps pour les préparer. Quant aux solutions d'acide chromique, elles durcissent, à la vérité, très-convenablement les organes qu'on y suspend, mais elles ne produisent pas cette rétraction qui, dans l'espèce, me paraît indispensable.

On a objecté qu'en plongeant des cœurs dans l'alcool en vue de leur donner une certaine rigidité, on leur faisait subir une préparation *qui les éloigne de l'état normal* [1]. Je pourrais répondre que l'alcool a précisément pour effet de conserver la composition normale des tissus et qu'en produisant un certain retrait des parois musculaires, il les rapproche, au contraire, de l'état de contraction, le seul qu'il importe de connaître. Mais pour lever tous les doutes, j'ai ouvert le *cœur contracté* d'un chien qui venait d'être empoisonné par la digitaline. Dans ces conditions, l'organe, enlevé immédiatement après qu'il avait cessé de battre sous nos yeux, ne pouvait être suspect d'altération. Or, les piliers et les cordages, ainsi que les valvules, s'y trouvaient dans le même état que sur les cœurs qui avaient séjourné plusieurs jours dans l'alcool.

Mon intention n'étant point de donner une description complète des ventricules du cœur, je me bornerai à exposer les détails qui se rapportent directement au jeu des valvules auriculo-ventriculaires. J'examinerai, dans ce but, la forme et la constitution des parois ventriculaires, des piliers, des cordages tendineux et des valvules elles-mêmes.

Pour simplifier les descriptions, je supposerai le cœur dirigé verticalement et les deux ventricules situés l'un à droite, l'autre à gauche de la cloison. Il sera toujours facile au lecteur de rétablir, par la pensée, les rapports véritables des parties.

[1] Colin, *Bulletin de l'Acad.*, *l. c.*

Bien que conformés sur un type unique, les deux ventricules présentent néanmoins des différences considérables, qui m'obligent à les étudier séparément.

Mais avant de procéder à cette étude, je crois utile d'exposer quelques généralités applicables aux deux cœurs.

Chaque valve a la forme d'un triangle, dont le sommet est dirigé en bas. Le bord supérieur est fixé à l'anneau fibreux de l'orifice correspondant; les deux bords inférieurs sont libres et reçoivent, chacun, des cordages tendineux d'un pilier différent.

Véritables tendons, analogues à ceux qui terminent les muscles de la vie de relation, les cordages tendineux naissent généralement des sommets multiples des muscles papillaires ou du voisinage de ces sommets; quelques-uns viennent directement de la paroi musculaire du ventricule ou d'un petit mamelon qui la surmonte. Leur mode d'insertion aux valvules les a fait diviser en trois groupes distincts. (*fig.* 19 et 20),

Les *cordages de premier ordre* (I), les plus forts, parcourent toute la face externe de la valve à laquelle ils sont destinés et vont s'insérer au niveau de son bord adhérent, sur l'anneau fibreux auriculo-ventriculaire. Dans la portion de leur trajet qui est en rapport avec la valvule, les uns sont libres d'adhérences, les autres sont étroitement unis, en tout ou en partie, à cette membrane. Nous appellerons les premiers des *cordages libres*, les seconds des *cordages adhérents*. A partir du bord libre de la valvule, tous ces cordages s'aplatissent et s'élargissent graduellement, si bien qu'au niveau de leur insertion supérieure, ils ont parfois 4 à 5 millimètres de largeur. A une distance variable de cette insertion, on les voit souvent s'unir entre eux en arcade et figurer ainsi un dédoublement de la valve, festonné à son bord libre et que Vieussens a comparé aux falbalas des robes de nos dames. C'est ce qui se voit très-bien sur la valve gauche de la mitrale (*fig.* 8 et 19) et sur les valves droites de la tricuspide (*fig.* 7 et 20).

Les cordages de deuxième ordre (II) se fixent sur la face externe de la valve, à une distance plus ou moins considérable de son bord libre. Ils sont généralement un peu moins forts que les précédents et naissent soit de piliers, soit de la face interne ou des bords des cordages de premier ordre. De

même que ceux-ci, ils sont libres ou adhérents et anastomosés entre eux.

Les cordages de troisième ordre (III), enfin, qui sont les plus ténus, s'insèrent au bord libre des valves. Ils naissent le plus souvent des cordages de premier et de second ordre, plus rarement des piliers eux-mêmes, et s'écartent en éventail, pour se distribuer sur toute la longueur des bords de la valve. Là, s'anastomosant entre eux, ils forment une série de petites arcades (*a, a,*), au niveau desquelles la membrane valvulaire est extrêmement mince et souple, se plisse avec une très-grande facilité lors du rapprochement des cordages et s'accole non moins facilement aux parties sous-jacentes. Sur chaque valve, la série d'arcades de l'un des bords est unie à celle de l'autre bord par une grande arcade (A, *fig.* 1, 2, 19, 20), répondant au sommet de la valve et provenant de l'anastomose de deux cordages nés de deux piliers différents. Cette grande arcade présente la même finesse et la même souplesse que les petites.

Il est à remarquer que les cordages tendineux de troisième ordre, de même que la portion marginale des valves, sont situés dans un plan subjacent à celui des autres cordages. Quand on exerce une traction sur un des piliers, on voit les cordages de premier et de deuxième ordre qui en partent se tendre et se rapprocher presque jusqu'au contact, en formant un faisceau aplati qui recouvre les cordages de troisième ordre, plus ou moins relâchés, ainsi que les portions plissées des bords de la valvule, qui comblent les petites fentes laissées par les premiers. Une traction opérée simultanément et dans le même sens sur les deux piliers qui fournissent à une valve amène, de la même façon, le rapprochement des deux groupes de cordages et le plissement de la grande arcade intermédiaire; c'est ce qui s'observe facilement sur la valve droite de la mitrale (*fig.* 2). Si, au contraire, la traction sur l'un et l'autre pilier tend à les écarter, il en résulte une tension de la grande arcade, comme on peut s'en assurer dans le ventricule droit (*fig.* 4 et 7) et dans le ventricule gauche après avoir détaché un des piliers (*fig.* 1).

A.— Ventricule gauche.

La cavité du ventricule gauche est conoïde ; ses parois peuvent être divisées en une *paroi interne* ou *droite*, répondant à la cloison interventriculaire, et deux *parois externes* ou *gauches*, l'une antérieure, l'autre postérieure, réunies le long du bord gauche du cœur en un angle mousse, que nous appellerons l'angle gauche du ventricule.

La paroi interne est lisse et unie, d'une manière générale. Elle ne présente que des reliefs musculaires peu marqués, dont la direction est longitudinale. Encore ces reliefs disparaissent-ils complétement à une certaine distance des valvules sigmoïdes de l'aorte. Cette paroi ne donne aucune trabécule aux piliers du cœur, aucun cordage tendineux à la valvule mitrale.

Les parois externes fournissent chacune un des piliers du ventricule gauche. Il y a donc un pilier antérieur (P.*a*, *fig.* 1, 2, 8, 10, 11, 12) et un pilier postérieur (P. *p*,). Tous deux naissent vers le milieu de la hauteur du ventricule, plus près de l'angle gauche du ventricule que de la cloison, par la convergence d'un certain nombre de racines musculaires, qu'il est facile de suivre, surtout l'endocarde étant enlevé, jusqu'au sommet du cœur et qui se continuent avec le tissu caverneux qu'on y observe (*fig.* 13).

De nombreux faisceaux musculaires, étendus entre les pieds des piliers, les unissent l'un à l'autre et les rapprochent en se contractant. En dedans des piliers, les parois externes du ventricule présentent le même aspect que la cloison ; dans l'intervalle des piliers, elles sont couvertes de trabécules irrégulières, dont quelques-unes unissent entre eux les bords gauches de ces derniers.

Les *piliers ou muscles papillaires* du ventricule gauche sont aplatis et présentent une face tournée vers la cavité ou l'axe du ventricule, et une face qui regarde la paroi ventriculaire. La première est lisse dans toute son étendue et configurée de telle sorte que les deux piliers rapprochés s'emboîtent ou s'engrènent l'un dans l'autre, ce qui se voit très-bien

sur une section transversale du cœur pratiquée vers le milieu de la hauteur des ventricules (*fig.* 11 et 12). Généralement le pilier postérieur est concave, tandis que l'antérieur est convexe; souvent les deux piliers sont divisés dans leur partie supérieure en deux ou trois piliers secondaires; dans ce cas, l'engrènement ne se produit pas moins par le rapprochement. Même lorsque les piliers sont simples, ils présentent à leur extrémité libre deux ou trois mamelons, d'où partent les cordages tendineux de la valvule mitrale. Sur un cœur que j'ai observé récemment, les deux piliers étaient unis, à leur angle supérieur gauche, par un faisceau musculaire arrondi, relié lui-même à la paroi de l'angle gauche du ventricule, et fournissant plusieurs cordages tendineux à la valvule.

La face pariétale des piliers reçoit un grand nombre de trabécules musculaires, qui l'unissent étroitement, dans presque toute sa hauteur, à la paroi ventriculaire. La portion libre de cette face, généralement très-peu étendue, varie d'ailleurs suivant les individus; dans plusieurs espèces animales (bœuf, cheval, etc.) elle est nulle, et les piliers sont de véritables pilastres terminés en mamelon. Dans le cœur humain, les trabécules musculaires qui établissent les adhérences des piliers doivent évidemment, en se contractant, appliquer très-énergiquement ces derniers contre la paroi ventriculaire, au voisinage de l'angle gauche du ventricule. Il s'ensuit qu'au moment de la systole du cœur, toute la portion gauche de la cavité est occupée et comblée, comme l'avait très-bien observé M. le professeur Bouillaud, par les piliers serrés l'un contre l'autre et faisant corps, pour ainsi dire, avec les parois; tandis qu'entre ces piliers et la cloison, il reste un espace parfaitement libre, que ne traverse aucune trabécule, aucun faisceau musculaire, espèce de canal à parois lisses, qui se continue directement, en haut, avec l'aorte, et auquel je propose de donner le nom de *canal aortique* (C. *a.*, *fig.* 2). La paroi gauche de ce canal, formée en bas par les piliers, est complétée, en haut, par la valve droite de la mitrale, comme nous le verrons dans un instant.

Le pilier antérieur fournit des cordages tendineux à la partie antérieure du bord libre des deux valves de la mitrale et à la petite languette intermédiaire antérieure; le pi-

lier postérieur, à la portion postérieure de ce bord et à la languette intermédiaire postérieure[1].

Attirés et concentrés dans l'angle gauche du ventricule, les piliers, en se raccourcissant, tendent les cordages tendineux et les valves de la mitrale, et entraînent celle-ci dans le même angle, en l'appliquant contre la paroi ventriculaire, dont la contraction, comme nous le verrons, a pour effet d'amener cette paroi vers l'axe du ventricule, c'est-à-dire à la rencontre de la valvule.

Quelle est, à ce moment, la forme de la valvule? La réponse à cette question ressort d'une étude attentive de la disposition de la valvule elle-même et de ses cordages.

La *valvule mitrale* (*fig.* 1, 2, 8, 19) est composée d'une valve droite (M. *d.*) et d'une valve gauche (M. *g.*), entre lesquelles on reconnaît deux petites languettes intermédiaires, presque rudimentaires, dont on fait ordinairement abstraction. La valve droite ou grande valve (*fig.* 1 et 2), de beaucoup la plus considérable, regarde la cloison et sépare l'orifice auriculoventriculaire gauche de l'orifice aortique; sa base présente un prolongement triangulaire qui s'avance entre les valvules sigmoïdes postérieure et antérieure gauche de l'aorte. La valve gauche (*fig.* 8), bien plus petite, répond à l'angle gauche du cœur.

Chacune des valves a deux faces, l'une interne, tournée vers l'axe du ventricule, l'autre externe, regardant la paroi de cette cavité. La première est lisse sur les deux valves, et se continue directement, en haut, avec la surface interne de l'oreillette gauche; la seconde ne présente pas le même aspect sur la valve droite et sur la valve gauche. Sur la grande valve (*fig.* 1), cette face externe est lisse et d'apparence séreuse, libre d'adhérences, comme la face interne des vaisseaux; elle se continue, en effet, sans démarcation précise, avec la surface interne de l'aorte et des valvules sigmoïdes. Ce n'est que près

[1] Il n'est pas rare de rencontrer des cordages qui ne vont pas à la valvule. Sur un sujet que j'ai sous les yeux, le pilier antérieur fournit, à gauche, deux cordages tendineux sans connexions avec la valvule; l'un va s'insérer près de l'orifice auriculo-ventriculaire, à gauche de la petite valve, l'autre se fixe sur la paroi antérieure du ventricule, près de l'angle gauche, à un centimètre environ au-dessous de l'orifice.

de ses bords libres qu'elle présente des arcades fibreuses, peu saillantes, du reste, résultant de l'anastomose des cordages tendineux de deuxième ordre qui viennent s'y fixer.

La grande valve de la mitrale ne reçoit point de cordages de premier ordre; leur présence eût produit, sur sa face externe, des inégalités contre lesquelles se serait heurté le courant sanguin, qui doit, au contraire, glisser sur elle. Les cordages de deuxième ordre, au nombre de trois pour chacun des bords libres, proviennent, ceux du bord antérieur, du pilier antérieur, ceux du bord postérieur, du pilier postérieur. Rapprochés et tendus au moment de la systole, ces cordages, que la contraction des piliers attire dans l'angle gauche du ventricule, entraînent dans le même sens la grande valve de la mitrale, qui figure alors un large rideau, tendu obliquement entre la moitié droite de la circonférence de l'orifice auriculo-ventriculaire et la portion gauche de la paroi ventriculaire, masquant complétement cet orifice et se continuant directement, en bas, avec la surface lisse des piliers juxtaposés. La grande arcade répondant au sommet de la valve (A, *fig.* 1 et 2) et les petites arcades (a,) sont effacées par suite du plissement des bords qui résulte du rapprochement des cordages de deuxième ordre, et comme les plis marginaux sont maintenus et comprimés par ces cordages, qui passent au-dessus d'eux, il s'ensuit qu'ils ne sauraient être soulevés par l'impulsion du sang et que rien ne peut passer au-dessous de la grande valve.

En même temps que la grande valve de la mitrale se meut de droite à gauche, pour se rapprocher de la paroi ventriculaire gauche, celle-ci, par suite de la contraction de ses fibres, se rapproche de la valve. La diminution du diamètre transversal du cœur, au moment de la systole, est un fait facile à constater et n'a été révoquée en doute par aucun observateur; elle est surtout marquée au niveau de la base des ventricules, et la direction des fibres musculaires nous explique fort nettement la manière dont elle se produit.

Quand, sur la face antérieure du cœur, on considère les fibres musculaires les plus élevées qui couvrent l'infundibulum (*fig* .22), on voit ces fibres, obliques de haut en bas et de droite à gauche, passer de l'infundibulum sur le ventricule gauche,

en continuant leur trajet oblique et même en se recourbant un peu en bas, pour se rapprocher de la direction verticale. Les fibres du ventricule gauche situées au-dessus des précédentes naissent de la portion gauche de la circonférence de l'artère pulmonaire, de la face antérieure de l'aorte et de la portion antérieure, latérale gauche et postérieure de l'anneau fibreux qui entoure l'orifice auriculo-ventriculaire gauche. Toutes ces fibres suivent un trajet dont le plan se rapproche de plus en plus du plan vertical parallèle au bord gauche du cœur. (*fig.* 25) Mais, dans ce plan, elles décrivent une courbe très-marquée, surtout en haut, et dont la concavité regarde la cavité ventriculaire. En effet, à partir de leur origine, elles se portent d'abord presque directement à gauche, puis se recourbent en bas, en arc de cercle, pour suivre ensuite à peu près le bord gauche de l'organe.

Il n'est nullement douteux que la contraction de ces fibres longitudinales gauches ne doive, avant tout autre effet, tendre à redresser leur courbure, et conséquemment à refouler la portion gauche des parois ventriculaires vers l'axe de la cavité. Ces parois et les valves de la mitrale marchent donc à la rencontre les unes des autres, et ne peuvent manquer d'arriver au contact dans une bonne portion de leur étendue, à partir du bord libre de la valvule. Ce contact est favorisé, d'autre part, et rendu plus intime par la pression sanguine qui s'exerce, au moment de la systole ventriculaire, sur toute la surface interne du ventricule.

Sur *la valve gauche* ou *petite valve* de la mitrale (M. g., *fig.* 2, 8, 19) la face externe est inégale, irrégulière, parcourue dans toute sa hauteur par des cordages tendineux anastomosés, qui lui donnent une certaine rigidité. Il n'est pas rare de rencontrer des cas où de petits cordages fixés sur cette face viennent directement de la paroi ventriculaire.

Cette valve reçoit, de l'un et l'autre pilier, des cordages de premier et de deuxième ordre, qui se comportent comme il a été indiqué plus haut, et des cordages de troisième ordre, formant, au niveau du sommet de la valve, une arcade d'une certaine étendue (A), et sur les côtés, de petites arcades semblables à celles de la grande valve. La contraction des piliers exerce sur ces arcades la même action que sur celles de la valve

droite et détermine le contact de la petite valve avec la paroi ventriculaire. Dans ce mouvement d'abaissement et de tension, le sang qui se trouvait entre ces dernières parties est refoulé de haut en bas et forcé de s'échapper par les fentes que laissent entre eux les cordages tendineux, pour gagner la partie centrale du ventricule. Les bords amincis de la valve, plissés par le rapprochement des cordages, se mettent en contact avec les plis analogues de la grande valve, et l'engrènement de ces deux ordres de plis, comprimés entre deux plans de cordages, détermine une occlusion hermétique de l'orifice que limitent ces bords.

Il résulte de l'analyse à laquelle nous venons de nous livrer, que les deux valves de la mitrale, au moment de la systole ventriculaire, s'appliquent l'une sur l'autre et sur la paroi ventriculaire gauche (*fig.* 26) dans la plus grande partie de leur étendue. Mais au voisinage de l'orifice auriculo-ventriculaire, lequel est compris entre les deux valves, elles s'écartent l'une de l'autre, comme les deux faces d'un coin, en laissant entre leurs bords correspondants un espace triangulaire, par lequel le sang, comprimé pendant la systole, pourrait retourner dans l'oreillette, s'il ne rencontrait là deux petites languettes membraneuses accessoires (L,L. *fig.* 19), de forme triangulaire, qui sont interposées entre les valves principales, munies comme elles de cordages de premier, de deuxième et de troisième ordre, et fonctionnant de la même façon.

Je ferai remarquer, enfin, que dans cette portion supérieure de la valvule où la grande valve reste écartée de la petite valve, elle correspond, par sa face supérieure et gauche, à l'orifice-auriculo-ventriculaire et peut être soulevée plus ou moins par la pression du sang, de manière à présenter une convexité notable, un dôme, comme on l'a dit, au doigt qui explore les cavités du cœur par l'oreillette. Peut-être même les petites languettes intermédiaires sont-elles soulevées également, ce qui produirait jusqu'à un certain point le *dôme multiconcave* de M. Chauveau. Mais la valve gauche de la mitrale, appliquée tout entière contre la paroi ventriculaire, ne peut, en aucune circonstance, contribuer à la formation de ce dôme.

B. — Ventricule droit.

Le ventricule droit, appliqué comme en écharpe sur la portion droite et antérieure du ventricule gauche, a la forme d'un segment de cône coupé suivant son axe et dont la surface de section serait recourbée transversalement.

De même qu'à la cavité du ventricule gauche, on peut considérer à celle du ventricule droit trois parois : une paroi interne ou gauche, convexe, appartenant à la cloison, qui fait une saillie considérable dans le ventricule droit, et deux parois externes ou droites, concaves, l'une antérieure, l'autre postérieure, se réunissant entre elles en un angle arrondi (angle externe) au niveau du bord droit du cœur et formant avec la paroi interne un angle antérieur et un angle postérieur, tous deux très-aigus (*fig.* 11 et 12).

Le sommet du ventricule droit est occupé, chez l'homme, par une multitude de trabécules musculaires anastomosées dans tous les sens et constituant, comme on l'a dit, une sorte de tissu caverneux (*fig.* 3, 4 et 9) ; ce tissu est généralement bien plus développé qu'à gauche et se prolonge dans les angles internes du ventricule, mais surtout dans l'angle postériuer ; les piliers du ventricule prennent leurs racines dans ce tissu caverneux. On admettait autrefois que le tissu caverneux des ventricules était destiné à battre le sang et à opérer un mélange plus intime de ses diverses parties. Ces idées mécaniques ont été abandonnées et l'on doit penser aujourd'hui que tous ces faisceaux musculaires n'ont d'autre fonction que celle d'empêcher, par leur élasticité, la distension trop grande du ventricule et d'effacer complétement, en se contractant, la cavité ventriculaire à leur niveau.

Les muscles papillaires ou piliers du ventricule droit, bien moins développés que ceux du ventricule gauche, présentent de grandes différences individuelles. Cependant, au milieu des variétés innombrables qu'on rencontre, on reconnaît qu'il existe toujours un *pilier antérieur* (P.a., *fig.* 3, 4), naissant de la paroi antéro-externe du ventricule, au voisinage de l'angle antérieur, à peu près au niveau du milieu de la hau-

teur de la cavité, par des faisceaux musculaires multiples, dont la plupart proviennent de la paroi antérieure. Ce pilier, ordinairement le plus considérable de ceux du ventricule droit, est aplati de dedans en dehors, libre dans toute son étendue et terminé le plus souvent par deux ou trois sommets, d'où partent des cordages tendineux destinés aux deux valves externes de la tricuspide et à la petite languette intermédiaire; quelquefois il est divisé en deux piliers distincts. Du bord antérieur de sa base se détache constamment un faisceau musculaire arrondi, légèrement aplati, qui se dirige en avant, se recourbe en arc de cercle pour remonter ensuite le long de la cloison et se continuer avec un faisceau longitudinal de celle-ci, en formant avec le pilier et ce dernier faisceau une anse à concavité supérieure, qui limite en bas ce que j'ai appelé le *canal pulmonaire* (C.p., *fig.* 4).

En arrière, près de l'angle postérieur et vers le tiers inférieur de cet angle, un ou plusieurs petits piliers, le plus souvent deux, qu'on peut appeler *piliers postérieurs* (P.*p.*, *fig.* 3, 7, 9) naissent, par des faisceaux convergents et anastomosés, de la cloison ou plutôt du tissu caverneux qui occupe l'angle postérieur et le sommet du ventricule. Les cordages tendineux qui s'en détachent vont se rendre aux bords postérieurs de la valve postéro-externe et de la valve interne, ainsi qu'à la languette accessoire postérieure. Enfin de la cloison elle-même se détachent de nombreux cordages tendineux, dont les uns partent directement de sa surface, tandis que les autres naissent du sommet de petits mamelons musculaires (M., *fig.* 3, 4, 7), ou même de véritables piliers plus ou moins longs. Un petit pilier se voit très-souvent vers la partie moyenne de la cloison (P.p'., *fig.* 9).

Quel que soit le mode d'origine de ces cordages, il suffit d'enlever l'endocarde au voisinage de leur insertion pour s'assurer qu'ils sont toujours les terminaisons ou les tendons de faisceaux musculaires ayant la même direction qu'eux et dont la contraction, par conséquent, a pour effet de les tendre; et cette circonstance montre qu'il est parfaitement indifférent, au point de vue physiologique, que les cordages naissent au sommet d'un muscle papillaire plus ou moins détaché de la paroi cardiaque, d'un simple mamelon musculaire, ou direc-

tement de la surface interne du ventricule, puisque les faisceaux musculaires dont les cordages sont les tendons véritables existent dans tous ces cas. C'est aussi ce qui explique les nombreuses variétés individuelles ou d'espèce à espèce qu'on rencontre sous ce rapport, sans que le mécanisme des valvules en soit aucunement modifié.

Les piliers antérieur et postérieurs, dont les sommets sont écartés de la cloison par le sang qui s'écoule de l'oreillette dans le ventricule, sont appliqués et pressés contre elle, au moment de la systole ventriculaire, de même que les parois externes du ventricule, qui les fournissent en grande partie. C'est ce qui résulte de la conformation de ces parois et de la direction de leurs fibres. En effet, tandis que le ventricule gauche possède des parois à peu près d'égale épaisseur, qui, en se contractant, doivent se porter toutes vers l'axe de la cavité (*fig.* 11, 12,) le ventricule droit nous offre une paroi interne, constituée par la cloison, beaucoup plus épaisse et plus rigide que les parois externes, qui sont molles et flasques à l'état de relâchement. Or, la cloison, appartenant principalement au ventricule gauche, devient plus convexe pendant la systole. Le resserrement et l'effacement de la cavité ventriculaire droite ne peuvent donc s'effectuer que si les parois externes se portent vers la cloison et s'appliquent sur elle. Les fibres musculaires de ces parois sont admirablement disposées dans ce but : sur un cœur dont on a enlevé le péricarde (*fig.* 24), on reconnaît que le long du bord droit les fibres du cœur forment des anses ou arcs de cercle dont le plan est presque perpendiculaire à l'axe du ventricule droit.

Il est facile, du reste, de s'assurer de ce mode de contraction du ventricule droit sur un animal vivant. Quand on a mis à nu le cœur d'un chien, soumis à la respiration artificielle, on constate que la paroi externe vient coiffer la cloison, en refoulant le sang de bas en haut. Ce fait a été parfaitement observé par Kuerschner : « Il semble, dit-il, que la paroi externe se gonfle au voisinage de l'orifice auriculo-ventriculaire, tandis que vers la pointe *elle paraît appliquée sur la cloison*[1]. »

La *valvule tricuspide*, comme son nom l'indique, se com-

[1] Kürschner, *l. c.*, p. 39.

pose de trois valves : l'une d'elles (T.i., *fig.* 9, 15, 20 et 21) est interne ou appliquée sur la cloison ; les deux autres sont externes, l'une antérieure, l'autre postérieure. Il y a, en outre, *deux languettes valvulaires intermédiaires* (L. L, *fig.* 20, 21) situées, l'une, entre la valve externe et antérieure et la valve externe et postérieure, l'autre, entre celle-ci et la valve interne. La première est peu développée et manque quelquefois ; la seconde est très-grande, parfois presque aussi grande que la valve interne.

Cette *valve interne* ou *de la cloison* est appliquée directement et étalée sur cette paroi par ses cordages tendineux. Chez le chien, ces cordages, très-nombreux, se détachent de toute l'étendue du bord inférieur de la valvule et prennent des directions divergentes pour se fixer directement sur la cloison interventriculaire (*fig.* 15) ; la même disposition s'observe chez le cheval (*fig.* 21). Sur le bœuf, et aussi chez l'homme, les cordages antérieurs seuls, et quelquefois les cordages moyens, s'insèrent directement sur la cloison, tandis que les cordages postérieurs vont se fixer à une des sommités des piliers postérieurs (*fig.* 9). La contraction de ces piliers et, en général, la contraction des fibres musculaires qui font suite aux cordages tendineux, a indubitablement pour effet d'étaler cette valve et de l'appliquer étroitement sur la surface convexe et lisse que présente la cloison à ce niveau, en même temps qu'elle expulse le sang qui se trouve entre ces parties.

A cet effet concourent aussi les cordages nombreux qui, venus de la cloison, s'insèrent sur la face pariétale de la valve interne. Tous ces cordages donnent un aspect rugueux et extrêmement irrégulier (*fig.* 20) à cette face de la valve interne, à laquelle ils ne permettent de s'écarter que très-peu de la cloison.

La *valve externe et antérieure* (T.e.a, *fig.* 3, 4, 7, 9, 20, 21) est la plus considérable des trois ; c'est aussi la plus importante au point de vue fonctionnel. De forme irrégulièrement quadrilatère et adhérente par son bord supérieur à l'anneau fibreux de l'orifice auriculo-ventriculaire, elle reçoit par son bord antérieur, très-court, un grand nombre de petits cordages divergents, partant presque toujours d'un même point de la cloison interventriculaire, situé à 13^{mm} environ au-

dessous du bord inférieur de la valve sigmoïde correspondante; souvent cette origine est constituée par un mamelon musculaire (M, *fig.* 3, 4) plus ou moins développé, qui n'est autre chose que l'extrémité d'un faisceau aplati et transversal de fibres musculaires divergentes, faisceau dont la contraction produit la tension des cordages antérieurs de la valve. De ces cordages divergents, le plus inférieur, dirigé en bas et en arrière, forme, en s'anastomosant avec le cordage le plus antérieur né du pilier antérieur (P.a., *fig.* 3, 4, 7, 20), une arcade (A), dont la concavité est dirigée en avant et un peu en bas, et qui représente le bord libre de la valve. Cette arcade, tendue à ses deux extrémités par des faisceaux musculaires, s'applique intimement, au moment de la systole ventriculaire, sur la cloison, qui est parfaitement lisse et régulière à ce niveau ; de sorte qu'il ne reste alors, entre ce bord et le septum, aucun interstice permettant au sang de s'introduire sous la valve pour gagner l'orifice auriculo-ventriculaire et que l'occlusion est complète à ce niveau (*fig.* 3, 7).

Les cordages divergents situés au-dessus du précédent sont des cordages de deuxième ordre, adhérents à la valve antérieure dans toute leur étendue, anastomosés en arcade avec des cordages semblables venus du pilier antérieur et fournissant des cordages de troisième ordre au bord antérieur de la valve. Le cordage le plus élevé, enfin, oblique en haut et en arrière, est un cordage de premier ordre, adhérent dans presque toute sa longueur et fournissant, à droite, de petits cordages de troisième ordre pour la valve interne; à gauche, des cordages de deuxième ordre, anastomosés en arcade comme les autres.

Quelquefois plusieurs cordages naissent isolément de la cloison, au-dessus du mamelon principal et sur une ligne obliquement ascendante.

Le bord postérieur de la valve antérieure, confondu dans sa portion supérieure avec le bord correspondant de la valve postérieure, ou avec la petite languette intermédiaire, donne insertion, par sa portion inférieure, à des cordages provenant du pilier antérieur, cordages qui sont anastomosés, comme nous l'avons vu, avec ceux du mamelon antérieur.

La valve antérieure et externe a donc pour usage de fermer l'orifice auriculo-ventriculaire en avant et en dehors, et cette occlusion a lieu par la tension de sa grande arcade à la surface de la cloison.

La *valve postérieure* (T.e, p.), plus petite que l'antérieure, reçoit, en avant, du pilier antérieur, en arrière, des piliers postérieurs, des cordages dont la disposition est la même que sur la valve antérieure ; elle présente à son sommet une grande arcade analogue, mais inférieure en étendue, à celle de la valve antérieure, arcade qui, sous l'influence de la contraction des piliers, se tend et s'applique sur la convexité de la cloison, en masquant l'orifice auriculo-ventriculaire en dehors et en arrière[1].

Il ressort de cet exposé que l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire droit résulte essentiellement de l'application intime de la valve antérieure et de la valve postérieure de la tricuspide sur la cloison interventriculaire, recouverte par la valve interne, et de la tension, par suite de la contraction des piliers, des arcades qui forment le bord inférieur des deux premières valves. Cette application des deux valves externes sur la valve interne et sur la cloison devient plus intime encore par la contraction des parois musculaires externes du ventricule, qui viennent également comprimer la cloison.

De même que dans le ventricule gauche, nous voyons ici une des valves, c'est-à-dire la portion gauche de la valvule, s'appliquer dans toute son étendue sur la paroi ventriculaire, tandis que la portion droite correspond, dans la partie supérieure de son étendue, à l'orifice auriculo-ventriculaire, où n'étant pas soutenue par des plans musculeux, elle peut devenir légèrement convexe en haut, sous l'influence de la pression sanguine. En raison de la convexité considérable que présente la cloison, convexité qui augmente encore au moment de la systole, la portion droite de la tricuspide ne pouvait s'étaler convenablement à sa surface que grâce à une incisure pratiquée sur sa portion moyenne : c'est ainsi que, dans les hôpitaux, nous divisons

[1] C'est ce qui a lieu certainement chez le chien. Mais il se pourrait que, dans certaines espèces et chez l'homme, en particulier, cette valve, au lieu de s'étendre comme la valve antérieure, se plissât, au contraire, comme la valve droite de la mitrale. C'est un point qui reste à vérifier.

les bords d'un emplâtre de diachylon, par exemple, que nous voulons appliquer sur une partie convexe du corps. Voilà, je crois, pourquoi il existe trois valves à droite, tandis qu'il n'y en a que deux à gauche.

Au peu de développement des piliers du ventricule droit se joint une autre cause d'infériorité pour la valvule tricuspide : c'est la faiblesse de la pression sanguine, qui, comme nous l'avons vu, vient si énergiquement en aide, à gauche, à l'action des muscles papillaires. Une disposition particulière des fibres musculaires des parois ventriculaires, rappelant d'une manière frappante celle qui s'observe chez les oiseaux, remédie en grande partie à ces deux inconvénients.

On sait que chez les oiseaux, la valvule tricuspide fait complétement défaut. L'orifice auriculo-ventriculaire droit est fermé, pendant la systole, par une large bande musculaire (C, *fig.* 5) qui circonscrit les deux tiers externes du pourtour de cet orifice et qui, fixée à ses deux extrémités dans les angles que la cloison forme avec la paroi externe, fixée par son bord supérieur à cette dernière, présente un bord inférieur libre et aminci. Ce bord inférieur s'adapte si exactement à la cloison que, pendant la contraction, la surface de cette dernière semble se continuer sans interruption avec la surface externe de la bande musculaire, et que toute communication entre le ventricule et l'oreillette se trouve empêchée.

Cette espèce de demi-sphincter a été considérée comme une valvule tricuspide perfectionnée, dont la structure musculaire rendrait le fonctionnement plus efficace[1]. Mais on ne saurait accepter cette interprétation, attendu que la même bande musculaire s'observe également chez l'homme. On voit, en effet, dans le cœur humain, un faisceau musculaire très-épais (C, *fig.* 3 et 4), né de la paroi postérieure de l'infundibulum, descendre obliquement à droite, sur la face interne de la paroi ventriculaire externe, et, après un trajet de 3-4 centimètres, se perdre dans cette dernière, au niveau du sommet du pilier antérieur. Lorsque, au moment de la systole, la paroi externe est appliquée sur la cloison, ce fais-

[1] V. Sabatier, *Etude sur le cœur*, etc., thèse pour le doctorat ès sciences naturelles, Paris, 1873, p. 124.

ceau comprime les valves superposées de la tricuspide et semble continué sans interruption par le pilier antérieur et son prolongement antérieur, avec lesquels il forme une sorte de cadre ou de bourrelet semi-circulaire, limitant la cavité ventriculaire en arrière et en bas, tandis qu'en avant, entre ce cadre et l'angle antérieur du ventricule, il reste un espace cylindroïde, aplati, ayant exactement la direction et à peu près le calibre de l'artère pulmonaire, avec laquelle il se continue. Cet espace, remarquable par l'aspect lisse de ses parois, pourrait être désigné sous le nom de *canal pulmonaire* (C.p., *fig.* 4), et la bande musculaire en question m'a paru mériter celui de *muscle compresseur* de la valvule tricuspide.

Le demi-sphincter musculaire de l'orifice auriculo-ventriculaire droit des oiseaux, loin de constituer une valvule tricuspide perfectionnée, ne représente donc qu'un des éléments surajoutés à la tricuspide des mammifères, laquelle fait complétement défaut chez les premiers[1].

A droite comme à gauche, nous voyons donc l'action musculaire des piliers jouer le rôle essentiel, sinon le seul, dans le jeu des valvules auriculo-ventriculaires.

CONCLUSIONS.

Des recherches consignées dans ce travail découlent les conclusions suivantes :

1° L'expérience de Lower, consistant à faire passer un courant de liquide à travers les cavités du cœur, ne saurait donner une idée exacte du mode de fonctionnement des valvules auriculo-ventriculaires ;

2° Les vivisections, en déterminant un affaiblissement notable des contractions cardiaques, modifient sensiblement le jeu de ces mêmes valvules ;

[1] Un détail intéressant, c'est l'existence, au-dessus du bout supérieur du demi-sphincter des oiseaux, d'un petit orifice ou canal, conduisant dans l'artère pulmonaire, comme l'indique le stylet qui y est engagé dans la figure 5. Grâce à cet artifice, la petite quantité de sang qui, au moment de la systole, pourrait être emprisonnée entre la face supérieure du demi-sphincter et la paroi ventriculaire, peut s'échapper dans l'artère pulmonaire.

3° Les muscles papillaires des valvules se contractent en même temps que l'ensemble des parois ventriculaires ;

4° La contraction des muscles papillaires a pour effet la tension des cordages tendineux et l'abaissement des valvules. Cet effet se produit malgré le raccourcissement systolique du diamètre longitudinal des ventricules, admis par la plupart des auteurs ;

5° Les muscles papillaires du ventricule gauche sont disposés de façon à s'emboîter l'un dans l'autre et à combler la portion gauche de la cavité ventriculaire. En se contractant, ils attirent à gauche les deux valves de la mitrale, qu'ils appliquent l'une sur l'autre et contre la paroi du ventricule. La valve droite joue le rôle essentiel dans l'occlusion de l'orifice auriculo-ventriculaire ; mais la valve gauche n'est pas inutile, non plus que les deux languettes valvulaires accessoires ;

6° Le mode de resserrement du ventricule droit diffère notablement de celui du ventricule gauche, ce qui a nécessité des dispositions particulières dans la valvule tricuspide ;

7° Les muscles papillaires du ventricule droit, en se contractant, appliquent et étalent les valves de la tricuspide à la surface de la cloison. La forme convexe de cette dernière rend compte de l'existence de trois valves dans le cœur droit ;

8° Il y a dans la paroi ventriculaire droite un gros faisceau musculaire dont l'action supplée celle de la pression sanguine, si considérable dans le ventricule gauche. Ce faisceau musculaire est l'analogue du demi-sphincter qui remplace la valvule tricuspide dans le cœur des oiseaux.

Paris-Imp. PAUL DUPONT, 4 L rue Jean-Jacques-Rousseau.

EXPLICATION DES FIGURES DES PLANCHES I A IV.

Fig. 1. — Cavité ventriculaire gauche ouverte. Le pilier antérieur a été détaché et écarté, pour tendre autant que possible la valve droite de la mitrale (grossissement de 1/3).

Fig. 2. — Ventricule gauche ouvert La valvule mitrale, les cordages et les piliers sont presque dans l'état où ils se trouvent pendant la systole.

Fig. 3. — Ventricule droit ouvert. La paroi externe a été divisée transversalement et relevée.

Fig. 4. — Même pièce, avant la section de la paroi externe.

Fig. 5. — Ventricule gauche d'un cœur de dindon, largement ouvert.

Fig. 6. — Cavité ventriculaire gauche du bœuf.

Fig. 7. — Cavité ventriculaire droite du chien. Valvule tricuspide à l'état d'occlusion.

Fig. 8. — Ventricule gauche de l'homme ouvert par la face postérieure du cœur, pour montrer la face externe de la valve gauche de la mitrale.

Fig. 9. — Ventricule droit de l'homme. Le pilier antérieur a été détaché et fortement relevé avec les deux valves externes de la tricuspide, ce qui permet de voir la valve interne.

Fig. 10. — Piliers du ventricule gauche.

Fig. 11. — Section transversale du cœur humain, au milieu de la hauteur des ventricules.

Fig. 12. — Section transversale d'un cœur de chien, à la même hauteur.

Fig. 13. — Cavité ventriculaire gauche, dont on a enlevé l'endocarde, pour permettre de voir la direction des fibres musculaires des piliers.

Fig. 14. — Fibres internes des parois ventriculaires gauches du cheval.

Fig. 15. — Cavité ventriculaire droite du chien. Les cordages tendineux des deux valves externes de la tricuspide ont été sectionnés, et ces valves relevées, pour permettre de voir la valve interne.

Fig. 16. — Fibres musculaires du cœur de cheval, un peu grossies.

Fig. 17. — Les mêmes fibres écartées les unes des autres, pour montrer mieux leurs anastomoses.

Fig. 18. — Disposition des fibres musculaires dans la région de la pointe du cœur, chez le cheval.

Fig. 19. — Valvule mitrale de l'homme, vue par sa face externe. Une section pratiquée sur la ligne médiane de la grande valve a permis d'étaler toute la valvule.

Fig. 20. — Valvule tricuspide de l'homme, vue par sa face externe. L'anneau valvulaire a été incisé à l'union de la valve antéro-externe avec la valve interne.

Fig. 21. — Valvule tricuspide du cheval étalée et vue par sa face interne Une section a été pratiquée entre les deux valves externes.

Fig. 22. — Fibres musculaires de la face antérieure du cœur.

Fig. 23. — Fibres musculaires de la face postérieure du cœur.

Fig. 24. — Fibres musculaires du bord droit du cœur.

Fig. 25. — Fibres musculaires du bord gauche du cœur.

Fig. 27. — Section verticale et transversale du cœur, perpendiculaire à la cloison interventriculaire.

LÉGENDE.

Ao., aorte
A.p., artère pulmonaire.
O.g., oreillette gauche.
Au.g., auricule gauche.
V.g., ventricule gauche.
V.d., ventricule droit.
P.a., pilier antérieur.
P.p., pilier postérieur.
M.d., valve *droite* de la *mitrale*.
M.g., valve *gauche* de la *mitrale*.
T.e.a., valve externe et antérieure de la tricuspide.
T.e.p., valve externe et postérieure de la tricuspide.
T.i., valve interne de la tricuspide.
L.L., languettes accessoires des valvules.
A., grande arcade du bord libre de la valvule.
a.a., petites arcades du bord libre de la valvule.
C., muscle compresseur de la tricuspide, demi-sphincter de l'orifice auriculo-ventriculaire droit des oiseaux.
M., mamelon d'origine des cordages tendineux.
I, cordages de premier ordre.
II, cordages de deuxième ordre.
III, cordages de troisième ordre.

Paris. — Imp. Paul Dupont, rue J.-J.-Rousseau, 41 (Hôtel des Fermes). (71, 2-4.)

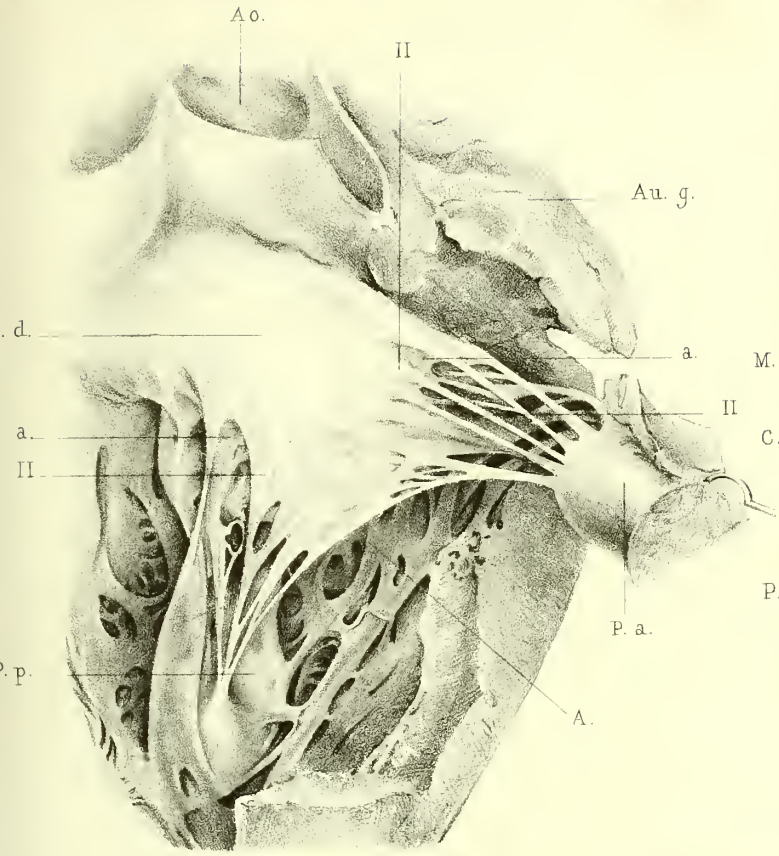


Fig. 1.

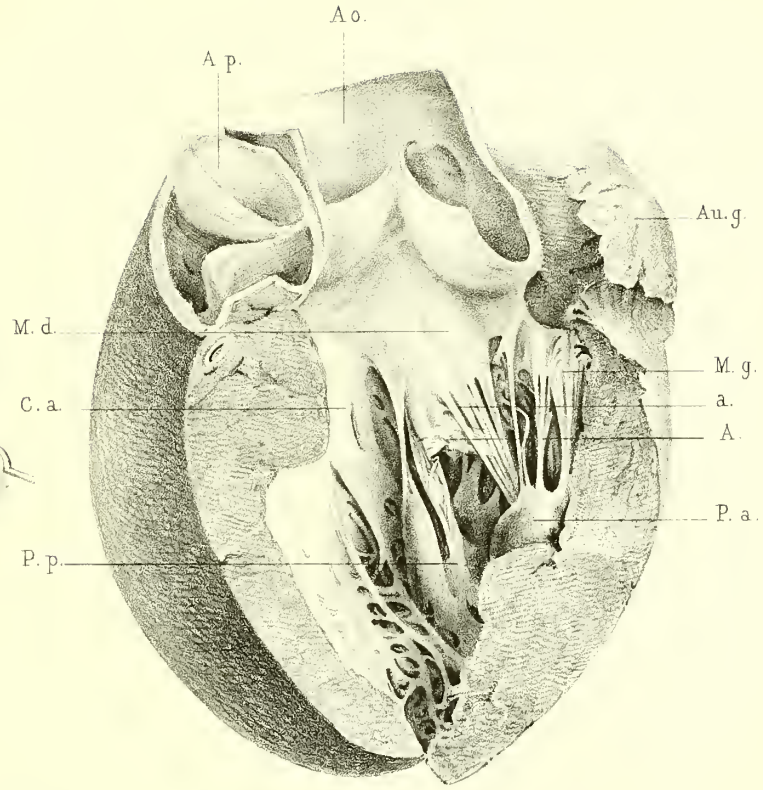


Fig. 2.

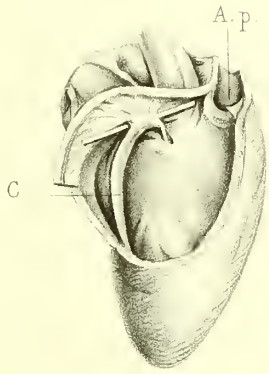


Fig. 5.

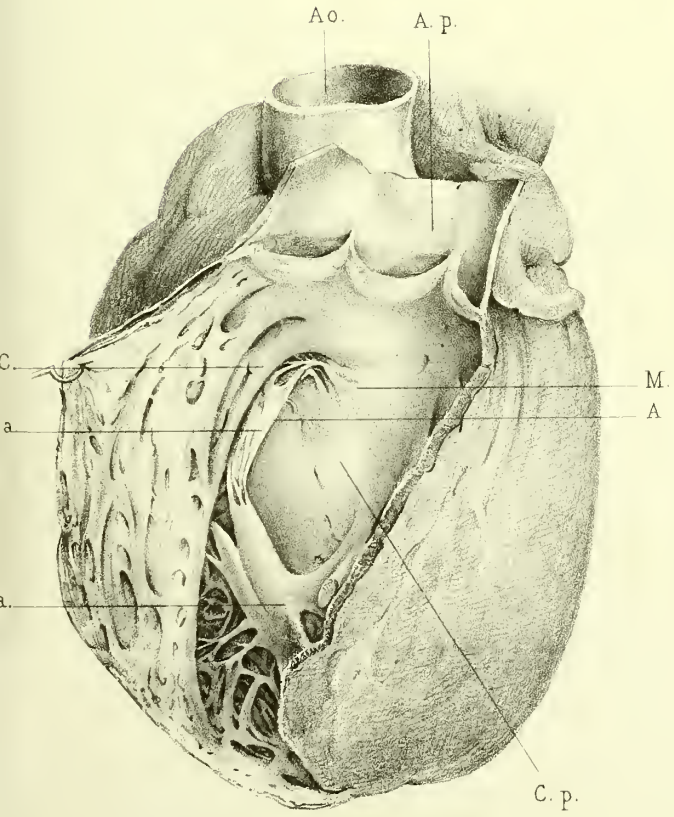


Fig. 4.

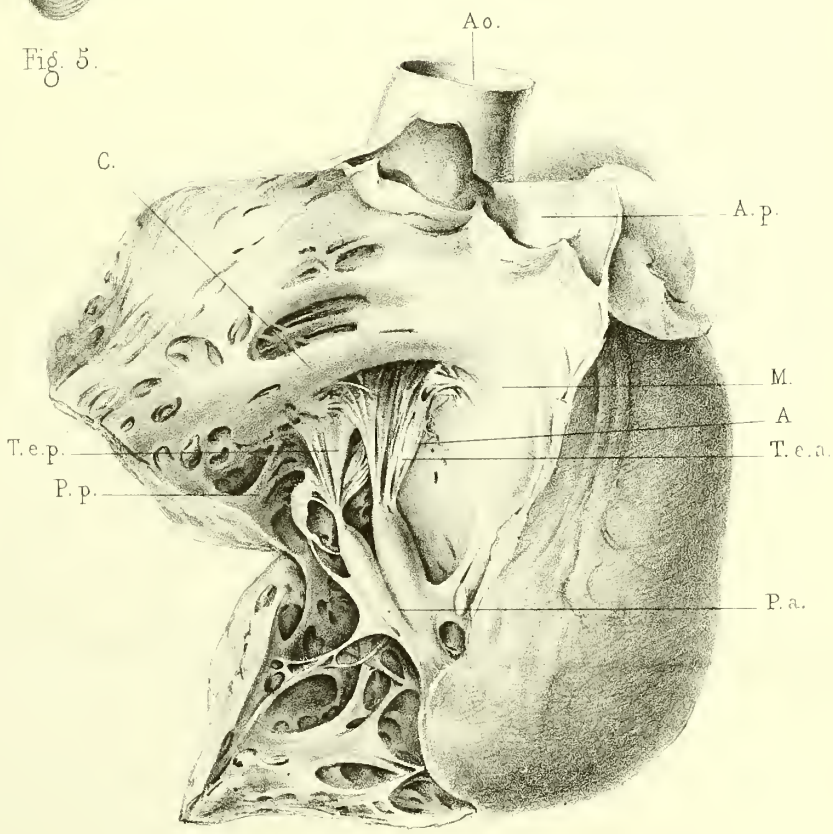


Fig. 3.

P. Richer del.

Imp. Becquet, Paris.

A. Karmanski lith.

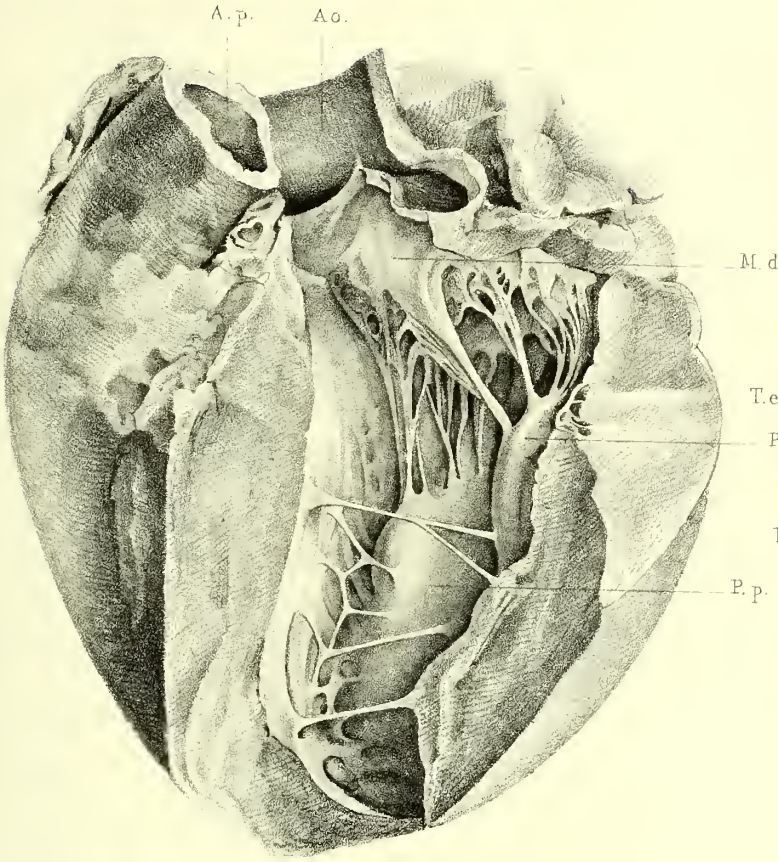


Fig. 6.

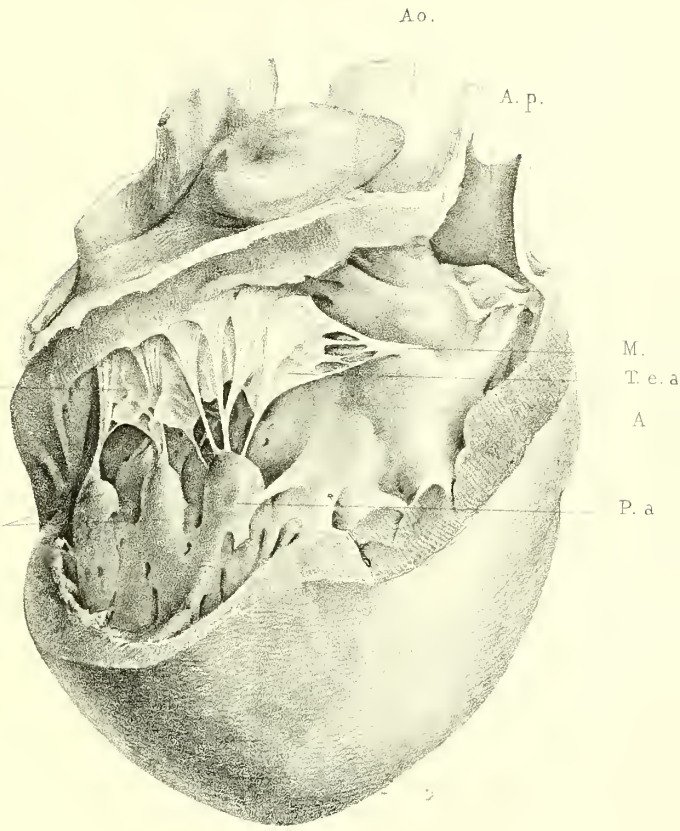


Fig. 7.

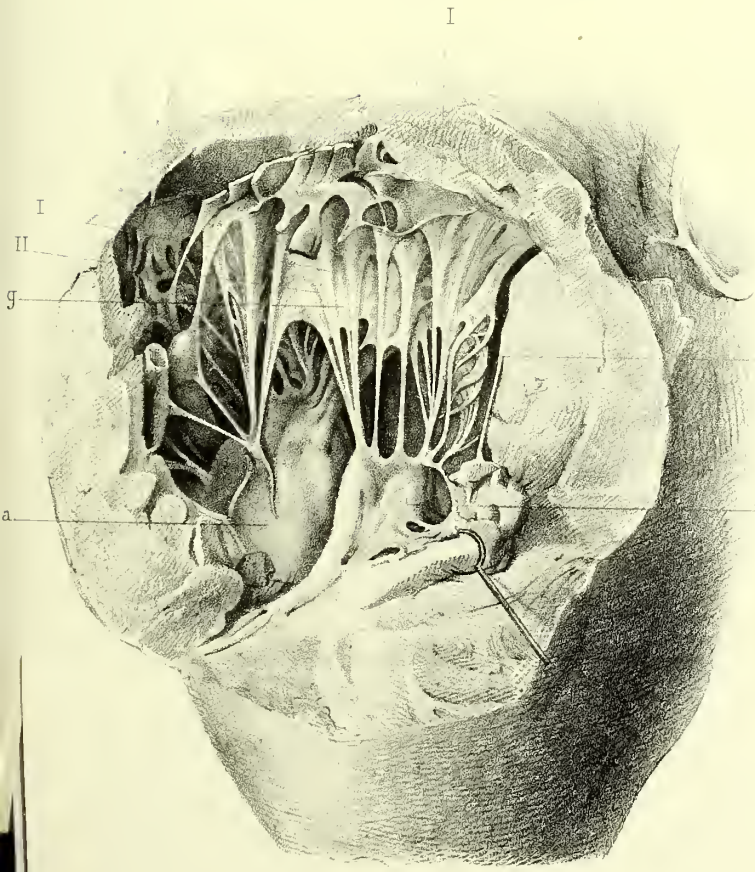


Fig. 8.

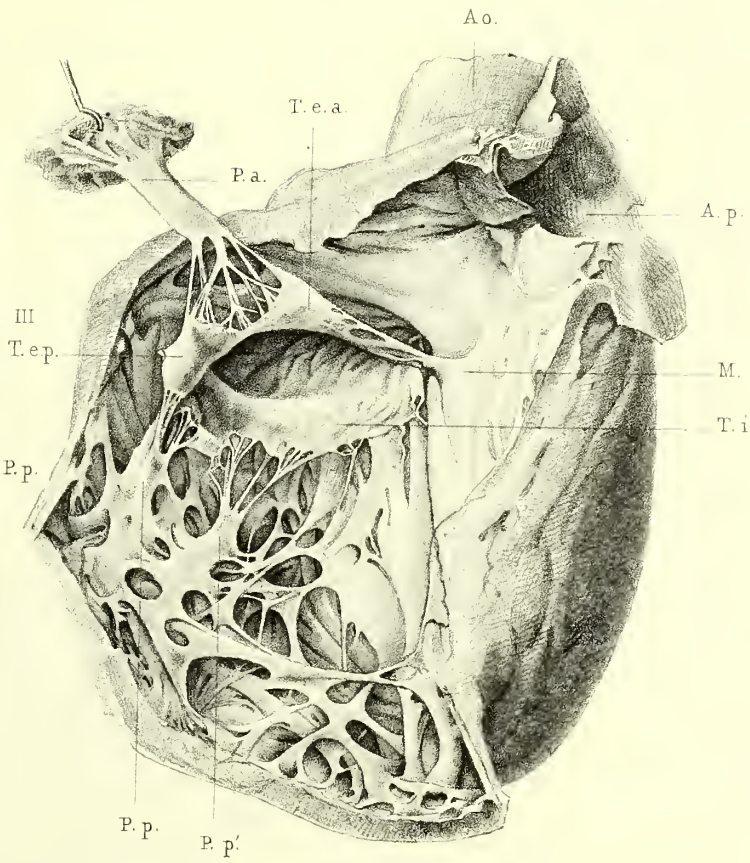
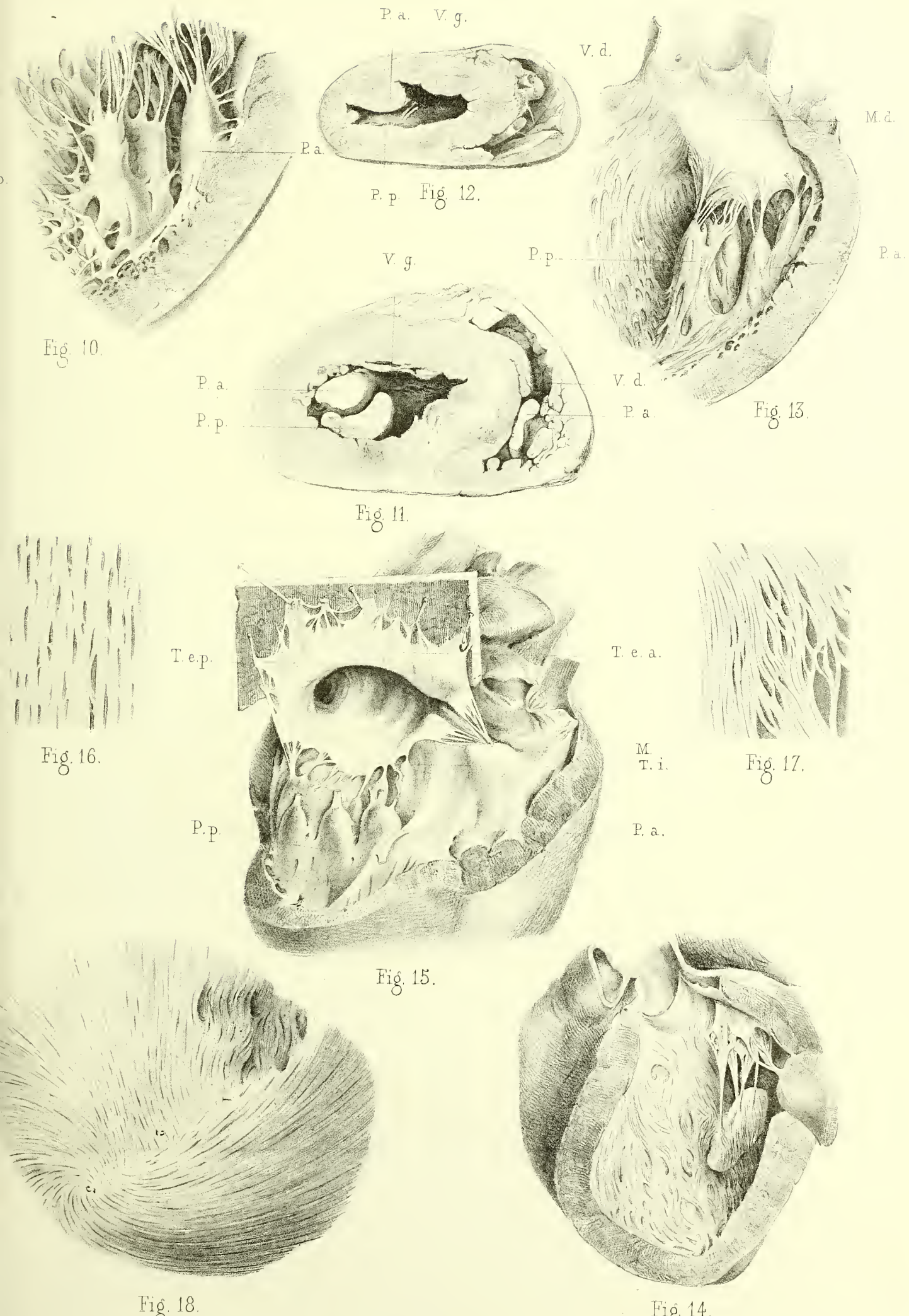


Fig. 9.

P. Richer del.

Imp. Becquet, Paris.

A. Karmanski lith.



icher del.

Imp. Becquet, Paris.

A. Karmanski lith.

Fig. 19.

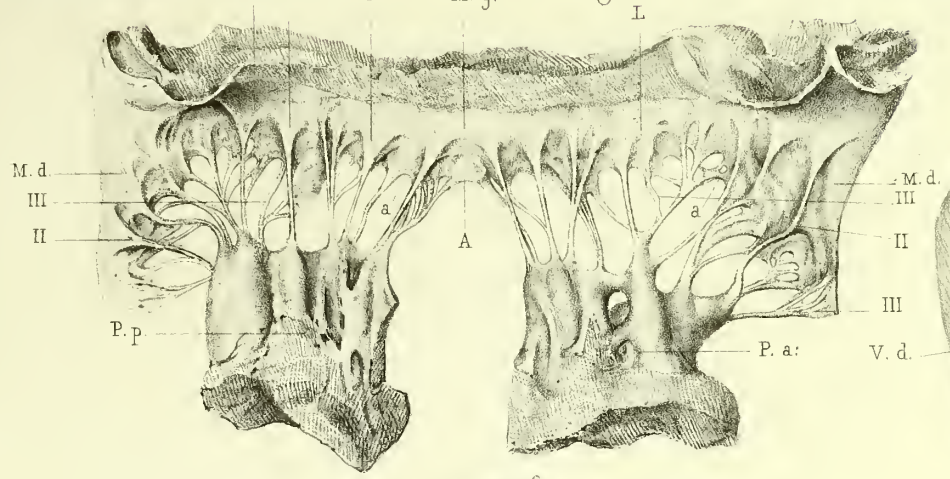


Fig. 21.

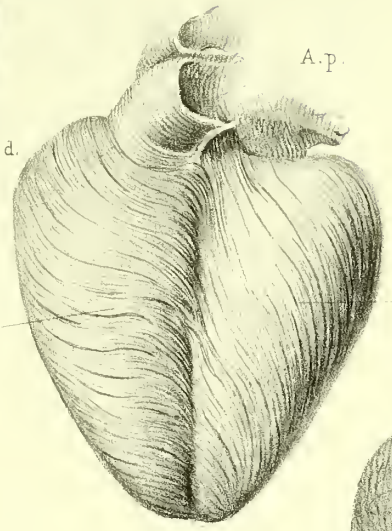
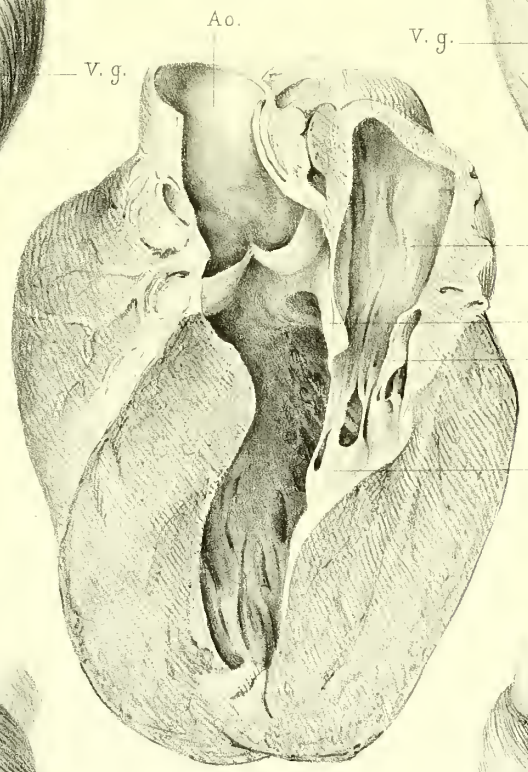


Fig. 22.

Fig. 26.



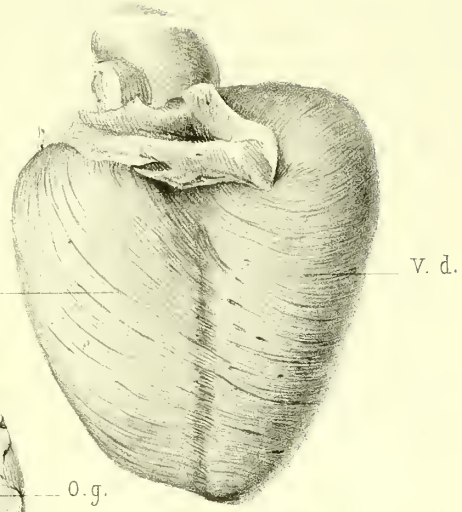


Fig. 23.

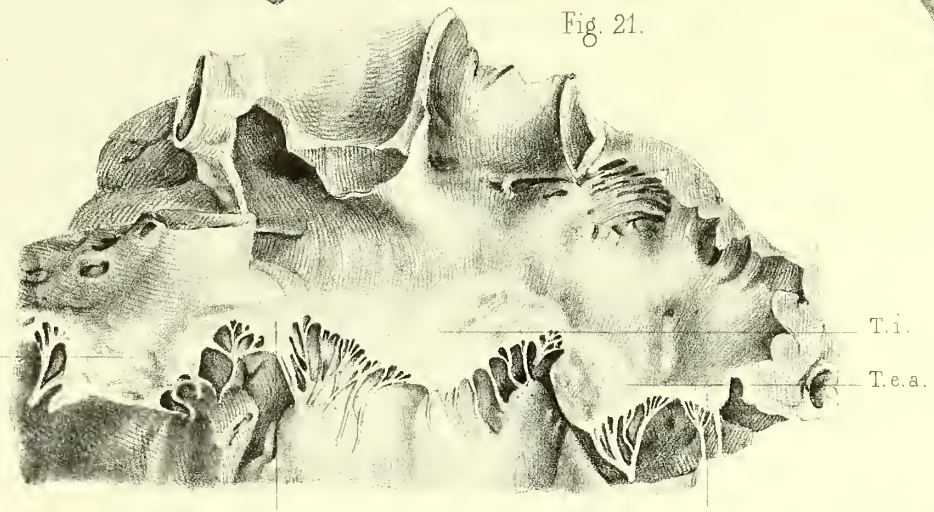
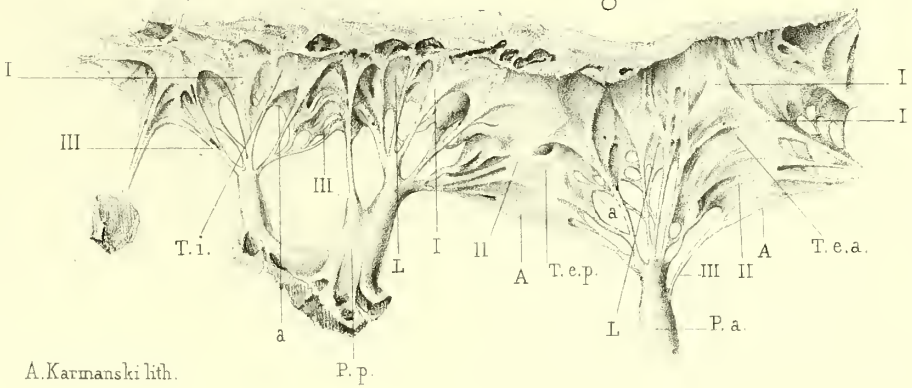


Fig. 24.

Fig. 20.



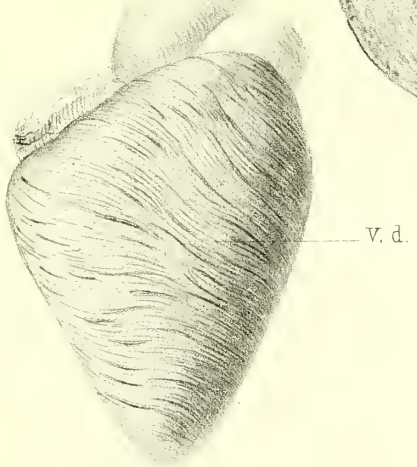
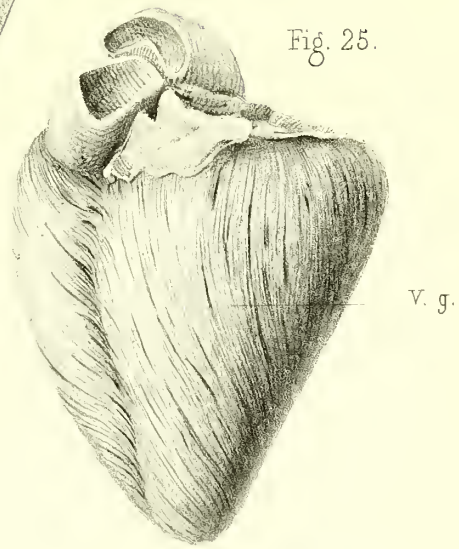


Fig. 25.



A. Karmanski lith.

Imp. Becquet, Paris.

P. Richer del.